INTRODUCCION A LA LOGICA DIALECTICA

ELI DE GORTARI

tratados y manuales

grijalbo
MEXICO BARCELONA BUENOS AIRES

INTRODUCCION A LA LOGICA DIALECTICA
(Edición original del fondo de Cultura Económica)

© 1979, Eli de Gortari

D.R. © 1979, por EDITORIAL GRIJALBO, S.A.
Calz. San Bartolo Naucalpan núm. 282
Argentina Poniente 11230
Miguel Hidalgo. México, D.F.

QUINTA EDICION

Este libro no puede ser reproducido,
total o parcialmente,
sin autorización escrita del editor.

ISBN 968-419-071-9

IMPRESO EN MEXICO

INDICE 1
PRÓLOGO A LA PRIMERA EDICIÓN 7
NOTA A LA SEGUNDA EDICIÓN 10
NOTA A LA CUARTA EDICIÓN 11
NOTA A LA NUEVA EDICIÓN DE LA EDITORIAL GRIJALBO 12

I. DOMINIO DE LA LÓGICA

1. La ciencia de la filosofía 13
2. Historia y sistema de la ciencia 17
3. Fundamentos científicos de la lógica 21
4. Fundamentos lógicos de la ciencia 23
5. Lógica formal y lógica dialéctica 26

II. ESTRUCTURA DEL CONOCIMIENTO

6. Carácter dialéctico de la investigación 29
7. Hipótesis y teorías 32
8. Postulados y fundamentos 35
9. Observación y experimentación 38
10. Existencia objetiva y objetividad del conocimiento 44

III. LAS LEYES DIALÉCTICAS

11. El cambio y la contradicción 49
12. Universalidad y particularidad de la contradicción 52
13. Cualidad y cantidad, continuidad y discontinuidad 56
14. Transformación recíproca entre cualidad y cantidad 59
15. Interpenetración de los opuestos 64
16. Negación de la negación 68
17. La categoría de práctica 72

Apéndice I: Contradicción y falta de contradicción 76
Apéndice II: Disyunción y síntesis 78

IV. LAS FUNCIONES LÓGICAS

18. Tesis, antítesis y síntesis 82
19. Determinación, conexión y acción recíproca 84
20. Constancia, variación y transformación 86
21. Síntesis, análisis y avance del conocimiento 88

V. TEORÍA DEL CONCEPTO

22. Determinación del concepto 91
23. Formulación y desarrollo 94
24. Intensidad y extensión 97
25. Clasificación y definición 101

VI. CATEGORÍAS DEL CONOCIMIENTO

26. El sistema dinámico de las categorías 106
27. Particularización de las categorías 109
28. Identidad, diversificación y antagonismo 110
29. Magnitud, cantidad y medida 114
30. Espacio, tiempo y movimiento 118
31. Posibilidad, contingencia y necesidad 126
Apéndice III: El principio de identidad y el principio de diversidad 130
Apéndice IV: Necesidad y suficiencia 133

VII. TEORÍA DEL JUICIO

32. Determinación del juicio 136
33. Formulación del juicio 139
34. Prófasis y antífasis 143
35. Conjunción, discordancia y heterófasis 145
36. Inclusión, implicación e incompatibilidad 149
37. Reciprocidad y exclusión 153
38. Pantáfasis y enantiosis 157
39. Oposición entre las formas 159

40. Variedades posibles, contingentes y necesarias 164
Apéndice V: Expresión verbal de las formas del juicio 167
Apéndice VI: Expresión gráfica de las formas del juicio 170
Apéndice VII: Expresión simbólica de las formas del juicio 173
Apéndice VIII: Refutación de los "principios" de falta de contradicción y del tercero excluido 175

VIII. TEORÍA DE LA INFERENCIA DEDUCTIVA

41. Función de la deducción 179
42. Inferencias por oposición 181
43. Inferencias categóricas 186
44. Inferencias hipotéticas 214
Apéndice IX: Cálculo lógico de las inferencias 218
Apéndice X: Expresión simbólica de las inferencias categóricas 224
Apéndice XI: Expresión simbólica de las inferencias hipotéticas 230

IX. TEORÍA DE LA INFERENCIA TRANSDUCTIVA

45. Función de la transducción 233
46. Inferencias por igualdad 234
47. Inferencias por desigualdad 237
48. Inferencias por analogía 241

X. TEORÍA DE LA INFERENCIA INDUCTIVA

49 Función de la inducción 246
50. Enumeración, coligación, reconstrucción y amplificación 250
51. Concordancias, diferencias, residuos y concomitancias 253
52. Muestreo y estadística 258
53. Inducción matemática y recursión 261
54. Síntesis dialéctica de inducción y deducción 263

XI. TEORÍA DE LA PREDICCIÓN

55. Función de la predicción 269
56. La predicción implicada en las funciones lógicas 270
57. Explicación y predicción 275
58. La predicción apoyada en leyes causales, funcionales y estadísticas 279
59. La predicción en las ciencias sociales 283
60. La prealimentación 285
61. La prealimentación en la praxiología y en la cibernética 288

XII. ELEMENTOS DEL MÉTODO CIENTÍFICO

62. Caracterización del método 293
63. Desarrollo histórico del método científico 295
64. Estructura sistemática 301
65. Planteamiento de los problemas 305
66. Interpretación, generalización y particularización 310
67. Procedimientos de investigación, de sistematización y exposición 315
Apéndice XII: El método axiomático 321
Apéndice XIII: Insuficiencia de la axiomatización 326
ÍNDICE DE NOMBRES 335

PRÓLOGO A LA PRIMERA EDICIÓN

Conforme a su anunciado propósito de introducir al estudio científico de la lógica dialéctica, en el desenvolvimiento de esta obra se acusa el criterio de utilizar las aportaciones logradas objetivamente dentro de la investigación lógica, para desarrollarlas consecuentemente y fundar en ellas otros resultados. Consideramos que los problemas lógicos más importantes son aquellos que surgen en la actividad investigadora de la ciencia; porque la lógica, al igual que las otras disciplinas científicas, concentra su atención en la indagación crítica de los nuevos problemas, procurando el progreso que va de lo desconocido a lo conocido. Por ello, nuestra obra pretende mostrar el funcionamiento de las leyes dialécticas en los tres aspectos primordiales del proceso del conocimiento —descubrimiento, racionalización y comprobación experimental— y, a la vez, trata de destacar las conexiones existentes entre las propias leyes dialécticas.

En la redacción del texto nos hemos esforzado por aunar la mayor claridad con la precisión indispensable. Otra característica importante es la presentación, en todos los casos, de ejemplos extraídos efectivamente de la investigación científica. Además, a la multiplicidad y variedad de estos ejemplos se agrega el hecho de que ellos constituyen partes importantes de los temas que actualmente son investigados en los diferentes dominios científicos. En estas condiciones, hemos eludido ese esquematismo trivial de los ejemplos, que casi se ha hecho clásico en los tratados lógicos; ya que tales ejemplos, por su superficialidad y simplificación extremadas, en modo alguno pueden servir para exhibir la comprobación del comportamiento de las funciones lógicas en el seno de la ciencia. Así, procurando resolver las dificultades que atañen a su comprensión por parte de quienes no son especialistas y auxiliándonos de quienes sí lo son, es como exponemos los problemas de la ciencia, en la forma más sencilla que nos ha sido posible, pero sin sacrificar lo fundamental en aras de una simplificación malograda.

Las citas y las transcripciones textuales que se encuentran con frecuencia, responden al propósito expresado inicialmente de utilizar con fecundidad el material aportado por lógicos y científicos. En particular, son mucho más numerosas las citas de referencia que las inclusiones textuales, por varios motivos. Desde luego, porque de este modo hemos podido simplificar en algunos casos y, sobre todo, destacar en la mayoría —y hasta agudizar— aquello que corresponde estrictamente al tratamiento lógico de los problemas planteados. Además, porque tal manera de proceder nos ha permitido incorporar orgánicamente a la estructura general de la obra, como elementos propios y necesarios, todos aquellos resultados conquistados por la humanidad en su actividad científica y lógica. Más aún, porque a pesar de la divergencia apreciable entre nuestras propias conclusiones y las de los autores tomados como fuentes y no obstante que, en muchos casos, los textos citados representan simplemente el germen de ideas que nosotros hemos desarrollado por entero y en oposición novedosa al contexto en cuestión, siempre hemos tenido el escrúpulo de no pretender atribuirnos implícitamente la originalidad ajena. Por otra parte, debemos anticipar también que en la presente obra han quedado incorporados, con las ampliaciones, reducciones y mejoras necesarias, los temas tratados en nuestro anterior libro de lógica.

Por otro lado, esta obra es un fruto parcial de la investigación acerca de la generalidad y la particularización del método materialista dialéctico, sobre la cual trabajamos actualmente en el Centro de Estudios Filosóficos de la Universidad Nacional Autónoma de México. El programa que nos hemos propuesto, comprende dos partes principales. En la primera parte, cuyos resultados ofrecemos en parte ahora, estudiamos los aspectos generales del método científico y sus diversos problemas lógicos y epistemológicos. En la otra parte, que se encuentra actualmente en el trance de su realización, se estudian detalladamente las fases metódicas de la investigación científica y se examina la particularización del método materialista dialéctico en la física —tomada como ejemplo de las ciencias naturales— y en la economía —considerándola ilustrativa entre las ciencias sociales. En esta forma, quedará demostrada la función que desempeña el método materialista dialéctico en dos de los campos en que la

crítica filosófica se agudiza y en donde existe una amplia controversia de interpretaciones.

En sus rasgos más destacados, los resultados que ofrecemos han sido sometidos a la discusión penetrante y fecunda de los alumnos de la cátedra de Lógica que impartimos en la Facultad de Filosofía y Letras y de los catedráticos y alumnos participantes en el Seminario sobre el Método del Materialismo Dialéctico, que trabaja bajo nuestra dirección en la Escuela Nacional de Economía. Por ello, expresamos nuestro cumplido reconocimiento para los asistentes, por las sugestiones presentadas y por los esclarecedores desarrollos que han suscitado. Finalmente, es preciso reconocer explícitamente que la terminación de esta obra se debe a la institución de los profesores e investigadores de tiempo completo, realizada por las actuales autoridades de la Universidad Nacional Autónoma de México y, al propio tiempo, expresar nuestra confianza en que la fecundidad de esta institución universitaria se convertirá bien pronto en la maduración y la multiplicación de los frutos de la cultura mexicana.

E. DE G.

28 de abril de 1956.

NOTA A LA SEGUNDA EDICIÓN

Las modificaciones hechas al texto de la primera edición responden a las críticas y sugestiones planteadas en varias notas bibliográficas, particularmente en el penetrante comentario de Adolfo Sánchez Vázquez (*Diánoia,* III, 1957, págs. 363-376). Fundamentalmente, hemos ampliado las secciones: 1. La ciencia de la filosofía, 10. El cambio y la contradicción, 13. Transformación recíproca entre cualidad y cantidad y 16. La categoría de práctica; y el Apéndice III, El principio de identidad y el principio de diversidad. Además, hemos agregado dos nuevos Apéndices en el capítulo VII, sobre la demostración de las matrices de veracidad y acerca de la refutación de los "principios" de falta de contradicción y del tercero excluido. Por otra parte, hemos puesto al día las referencias bibliográficas, atendiendo a la publicación en español de obras como la *Ciencia de la lógica* de Hegel, y los *Estudios filosóficos,* de Mao Tse-tung, y a la aparición de nuevos trabajos científicos que confirman nuestras exposiciones. A la vez, en aquellos casos en que existen varias ediciones en español, hemos añadido la mención del capítulo y la sección correspondientes a las páginas citadas. Finalmente, queremos expresar que el gran interés mostrado hacia esta *Introducción,* nos alienta decididamente a proseguir las investigaciones necesarias para poder preparar la obra de *Lógica dialéctica,* que hemos de ofrecer en plazo relativamente breve.

E. DE G.

25 de agosto de 1958.

NOTA A LA CUARTA EDICIÓN

El texto de esta edición ha sido revisado cuidadosamente, para actualizarla de acuerdo con el avance de las investigaciones más recientes. Como consecuencia, se han hecho modificaciones amplias y se le han agregado muchas secciones enteramente nuevas. Principalmente, hemos modificado y ampliado las secciones: 6. Carácter dialéctico de la investigación, 33. Formulación del juicio, 36. Inclusión, implicación e incompatibilidad, 37. Reciprocidad y exclusión, 43. Inferencias categóricas, 49. Función de la inducción y 65. Planteamiento de los problemas; lo mismo que el Apéndice III. El principio de identidad y el principio de diversidad. Las secciones correspondientes a la Teoría de la Inferencia Inductiva constituyen ahora un capítulo aparte, que hemos complementado con tres secciones nuevas. Igualmente hemos introducido otros dos capítulos nuevos sobre la Teoría de la Inferencia Transductiva y acerca de la Teoría de la Predicción. En total, hemos agregado 19 secciones y ocho apéndices; las secciones nuevas son: 5. Lógica formal y lógica dialéctica, 38. Pantáfasis y enantiosis, 39. Oposición entre las formas, 42. Inferencias por oposición, 44. Inferencias hipotéticas, 45. Función de la transducción, 46. Inferencias por igualdad, 47. Inferencias por desigualdad, 48. Inferencias por analogía, 50. Enumeración, coligación, reconstrucción y amplificación, 52. Muestreo y estadística, 53. Inducción matemática y recursión, 55. Función de la predicción, 56. La predicción implicada en las funciones lógicas, 57. Explicación y predicción, 58. La predicción apoyada en leyes causales, funcionales y estadísticas, 59. La predicción en las ciencias sociales, 60. La prealimentación y 61. La prealimentación en la praxiología y la cibernética; y los apéndices nuevos son: V. Expresión verbal de las formas del juicio, VI. Expresión gráfica de las formas del juicio, VII. Expresión simbólica de las formas del juicio, IX. Cálculo lógico de las inferencias, X. Expresión simbólica de las inferencias categóricas, XI. Expresión simbólica de las inferencias hipotéticas, XII. El método axiomático

y XIII. Insuficiencia de la axiomatización. Al mismo tiempo, hemos suprimido 3 secciones y 5 apéndices, que han sido sustituidos en algunos casos y, en otros, simplemente han sido omitidos por haber quedado fuera del contexto general del libro.

E. DE G.

22 de junio de 1971.

NOTA A LA NUEVA EDICION DE LA EDITORIAL GRIJALBO

Los textos de todos los capítulos, secciones y apéndices de esta nueva edición han sido revisados con esmero y rigor, para pulirlos y, hasta donde nos ha sido posible, hacerlos más claros y comprensibles. De esa manera, la obra mantiene su actualidad, con respecto a las investigaciones científicas más recientes. Al mismo tiempo, este libro conserva su novedad original de ser, junto con la obra contemporánea de Béla Fogarasi, el primero en ofrecer un tratamiento sistemático de la lógica dialéctica materialista, no solamente en México, sino en todos los países del mundo; lo cual nos produce una satisfacción profunda. Por esa razón; esta obra nuestra fue también la primera Lógica Dialéctica que se publicó en ruso, al hacerse la edición soviética en 1959, traducida de la segunda en castellano. Esta nueva edición de la Editorial Grijalbo, que mucho nos complace, se publica después de otras seis anteriores. Para celebrar ese acontecimiento, le hemos agregado un Indice de Nombres, que facilitará su consulta a los lectores.

Eli de Gortari

Julio de 1978.

I DOMINIO DE LA LÓGICA

§ 1. La ciencia de la filosofía

Por ciencia entendemos la explicación objetiva y racional del universo. Como explicación, la ciencia describe las diversas formas en que se manifiestan los procesos existentes, distingue las fases sucesivas y coexistentes observadas en el desarrollo de los mismos procesos, desentraña sus enlaces internos y sus conexiones con otros procesos, pone al descubierto las acciones recíprocas entre los procesos y encuentra las condiciones y los medios necesarios para permitir la intervención humana en el curso de los propios procesos. Siendo objetiva, la explicación establecida por la ciencia representa a las formas de existencia de los procesos del universo y constituye, en rigor, el reflejo mental producido por los procesos conocidos y explicados. Debido a esta determinación impuesta por la existencia objetiva sobre nuestros conocimientos, es que éstos pueden ser comprobados por cualquier sujeto y que se les puede verificar en todo momento.

Por su carácter racional, la explicación científica encuentra las conexiones que son posibles entre todos y cada uno de los conocimientos adquiridos y, luego, somete a prueba tales conexiones, hasta lograr representar con ellas los enlaces reales que existen entre los procesos a los cuales se refieren los conocimientos puestos en relación. Cuando esto se consigue, y sólo entonces, las conexiones racionales se convierten en conocimientos objetivos. Así, el universo —objeto único que la ciencia descubre y explica— es la fuente inagotable del conocimiento y, a la vez, es la base ineludible para su comprobación. El universo comprende a todos los procesos que existen de manera independiente a cualquier sujeto en particular y al modo como éste los conozca o se los imagine. Y en este conjunto universal de todo lo que existe objetivamente, queda incluido el hombre como una de sus partes integrantes.

Todas las ciencias se ocupan, por lo tanto, de encontrar explicación objetiva y racional a las diversas manifestaciones del universo existente. Manteniendo esta caracterización común a todas las disciplinas científicas, cada ciencia concentra su interés en ciertos grupos de procesos, o en algunos aspectos observados en todos los procesos existentes. De esta manera, cada disciplina estudia al universo desde un punto de vista definido y, por lo tanto, tiene como dominio propio a la totalidad de aquellos procesos —o aspectos de los procesos— que pueden ser considerados dentro del enfoque peculiar adoptado por la disciplina científica en cuestión. En estas condiciones, se pone de relieve el carácter científico de la filosofía, en tanto que constituye una explicación racional y objetiva del universo. Fundándose en la totalidad de los descubrimientos logrados por las otras disciplinas científicas, la filosofía desentraña su generalidad, poniendo de manifiesto los enlaces que conectan a las diversas fases observadas en el desarrollo de cada proceso y en el desenvolvimiento de todos en conjunto, descubriendo las leyes generales en las cuales se expresan las relaciones y las acciones recíprocas operantes entre dichos procesos, y esclareciendo las coincidencias entre los distintos aspectos conocidos y la unidad de todo lo existente. Así, la ciencia de la filosofía tiene también su dominio particular: *el conocimiento de lo general;* es decir, el conocimiento de lo que es común a todos los procesos y, por consecuencia, existe en cada uno de ellos, sin excepción.

Como reflexión general acerca de las formas concretas de lo existente, la filosofía extiende sus raíces hasta las otras ciencias, alimentándose de ellas. Los fundamentos en los cuales se apoya la filosofía son los resultados obtenidos por las investigaciones de las ciencias naturales y de las ciencias sociales. Y, junto con este material indispensable para su propio trabajo, la filosofía recibe de las otras ciencias las características de su actividad. En consecuencia, la ciencia de la filosofía realiza sus investigaciones con el mismo rigor racional y con la misma objetividad que las otras ciencias emplean en sus tareas. De esta manera es cómo, partiendo de la explicación establecida por las otras ciencias acerca de las diversas partes del universo, la filosofía se empeña en conquistar la comprensión general y concreta de la existencia; y, con tal empeño, la filosofía viene a ser, ella

misma, la expresión histórica de su desarrollo. Dentro de su dominio propio, la filosofía se ocupa de tres grupos principales de problemas: la estructura de la concepción científica del universo, la formulación de los métodos de investigación de la ciencia y la integración teórica y práctica de la vida humana, social e histórica. A estos grupos corresponden, respectivamente, las tres disciplinas filosóficas más importantes: el materialismo dialéctico, la lógica y el materialismo histórico.

El *materialismo dialéctico* se ocupa de estructurar la imagen cósmica, basada en los resultados científicos y en las consecuencias sociales de la actuación práctica del hombre. Pero su tarea no consiste en la mera yuxtaposición de estos resultados y consecuencias, sino en su interpretación crítica, armónica y organizada, constituida en una síntesis. Esta síntesis —la imagen cósmica— es un conocimiento nuevo, en el cual quedan comprendidos los resultados y experiencias parciales, sólo que superados y enriquecidos. Además, en el conjunto del universo se descubren propiedades que no se pueden discernir en la consideración de sus partes, ya que únicamente se producen por la conjugación de la totalidad de dichas partes. En este sentido, la filosofía incluye la muy importante tarea de hallar y de poner en claro estas propiedades que solamente existen en el conjunto del universo. Por otra parte, la imagen cósmica constituida por la filosofía sirve de base y de punto de partida para las investigaciones posteriores de las otras ciencias, lo mismo que para ampliar el alcance y la eficacia de la actividad práctica humana. De esta manera, la filosofía se funda en las otras ciencias y en las consecuencias de la práctica social y se desarrolla por ellas; y, al propio tiempo, las ciencias particulares y las otras actividades humanas se apoyan en la filosofía y se desenvuelven por ella. Ahora bien, como las ciencias particulares y el dominio práctico del hombre sobre la naturaleza y la sociedad avanzan sin interrupción, constantemente están suministrando nuevos materiales a la filosofía, con los cuales ésta mejora y amplía la concepción del mundo. A la vez, el mejoramiento y la profundización de la imagen cósmica hacen progresar la investigación científica e impulsan decididamente todas las actividades del hombre. Por lo tanto, entre la filosofía y las otras ciencias, lo mismo que entre el conocimiento y la práctica, existe una acción recíproca, simultánea y continua.

De modo análogo, la *lógica* estudia los diversos procedimientos teóricos y prácticos seguidos para la adquisición del conocimiento y, basándose siempre en ellos, llega a formular, de una manera rigurosa y sistemática, los métodos de la investigación científica. Al establecer estos métodos, la lógica los desarrolla y los generaliza, haciéndolos aplicables a todas las ciencias. A la vez, al generalizar los métodos, la lógica pone al descubierto la riqueza de sus posibilidades. Cuando han sido formulados lógicamente y, lo que es más importante, después de haber sido verificados en la experiencia, los métodos se convierten en instrumentos indispensables para las investigaciones que se emprenden en todas las ciencias, incluyendo entre ellas a la filosofía y, naturalmente, a la propia lógica. En forma semejante, el *materialismo histórico* indaga y descubre las distintas modalidades que muestra el hombre en su actividad, como ser consciente y reflexivo, en el desarrollo histórico de la sociedad. A la vez, trata de encontrar las leyes del desenvolvimiento del espíritu humano, como síntesis superior de la actividad racional y de la actuación práctica del hombre, dentro del marco de las condiciones materiales de su vida. Para lograrlo, la filosofía se nutre de los conocimientos científicos ya alcanzados y de las conquistas logradas en el dominio de la naturaleza y de la sociedad, estudiando profundamente las relaciones establecidas entre las concepciones que el hombre se ha formado y las condiciones reales de su existencia, esclareciendo cuáles son las fuerzas que impulsan el progreso y poniendo al descubierto los obstáculos por vencer, para proyectar los medios necesarios para superar y enriquecer la vida humana. Después, cuando estos medios son puestos en ejecución, se prueba el grado de su eficacia y se advierten los nuevos elementos que se han creado para la transformación del mundo, siempre propiciando el mejoramiento de la existencia humana. También aquí volvemos a encontrar la acción recíproca, simultánea e ininterrumpida que existe entre el avance de la filosofía, el progreso de las otras ciencias y la superación de la actividad práctica en eficacia y en amplitud. En fin, la filosofía no se reduce a las tres disciplinas principales que hemos mencionado, sino que incluye también otras —como la estética, la filosofía jurídica, la ética, etc.— y todas ellas muestran esa mutua conexión con el conocimiento científico y con la actividad práctica.

Al servir de fundamento para el trabajo científico y para la actuación social del hombre, la explicación filosófica se somete a la prueba de la objetividad. Cada investigación realizada por la ciencia, además de recoger el fruto de la adquisición de un nuevo conocimiento particular, constituye también una comprobación parcial del mundo y de la eficacia del método empleado. Asimismo, cada actuación humana es una experiencia nueva que contribuye a extender y profundizar el dominio del hombre sobre la sociedad y la naturaleza, a la vez que confirma la realidad de los elementos aportados para el mejoramiento de su existencia. Para asegurar esto, la filosofía necesita estar revisando y modificando constantemente sus concepciones, procurando que se encuentren siempre de acuerdo con los últimos resultados obtenidos en las investigaciones científicas, lo mismo que con las condiciones y las tendencias objetivas del desarrollo social, para conseguir que dichas concepciones reflejen realmente los aspectos generales de la existencia universal. Con ello, la filosofía contribuye al avance de las otras disciplinas científicas y, en cierta manera, lo hace posible; a la vez que ensancha las perspectivas y mejora las consecuencias de la intervención del hombre en la sociedad y en la naturaleza. En todo caso, la filosofía practica el análisis crítico del conocimiento en su conjunto, sujetándose siempre al hecho y a lo comprobado; examina con rigor la actividad creadora del hombre en todos sus aspectos, lo mismo que los procesos desarrollados en la creación del conocer; y trata de resolver, en forma cada vez más aproximada y mejor, cuáles son los caminos que llevan hacia la realización de la propia filosofía, superando las contradicciones surgidas entre el conocimiento y la acción, entre la teoría y la práctica humanas, para conquistar la síntesis más elevada del hombre íntegro, con pleno dominio sobre la naturaleza y sobre la sociedad.

§ 2. Historia y sistema de la ciencia

El conocimiento científico tiene su origen en las diversas actividades que el hombre realiza, en la técnica empleada y desarrollada con el ejercicio de los oficios y de las artes. Su fuente se encuentra en la experiencia, sus resultados se aplican en la

práctica y la estimación que se le guarda radica en la utilidad que presta para la satisfacción y el engrandecimiento de las necesidades humanas. Desde sus inicios, la ciencia ha avanzado en estrecha relación con el progreso social, exigiendo la elaboración y la sistematización teóricas, pero implicando siempre la condición ineludible de que tales desarrollos puedan ser comprobados en la práctica. Este aspecto de su aplicación y de su confirmación en las actividades prácticas del hombre, sigue siendo la base necesaria e imprescindible para el desenvolvimiento de la parte abstracta y especulativa de la ciencia. Cuanto más avanza el dominio del hombre sobre el mundo, mayor resulta ser la productividad del trabajo humano; y, a la vez, el incremento de la productividad del trabajo acaba por provocar cambios en la organización social. Por su parte, los cambios sociales influyen poderosamente en el avance de la ciencia o, lo que es lo mismo, en el dominio del hombre sobre el mundo. Por lo tanto, la ciencia no existe por sí misma, ni puede separarse de las otras actividades humanas, sino que es un producto de la vida social del hombre y, al mismo tiempo, ejerce una acción definida sobre la sociedad. De este modo, la ciencia sólo puede entenderse en función del desenvolvimiento histórico de la sociedad en su conjunto.[1]

El conocimiento científico tiene necesariamente un carácter limitado, puesto que depende fundamentalmente de las condiciones en las cuales ha sido logrado. Sin embargo, estas condiciones no son invariables. Por lo contrario, se modifican constantemente y, de hecho, cada conocimiento adquirido viene a establecer nuevas posibilidades para el mejoramiento de las propias condiciones de adquisición del conocimiento. En consecuencia, los límites del conocimiento se ensanchan con el avance del conocimiento mismo. La determinación científica de algún aspecto de la existencia universal, siempre trae aparejado el descubrimiento de otros aspectos más profundos y de mayor amplitud; los cuales, a su vez, al quedar determinados, ponen de manifiesto otros aspectos distintos; y así sucesivamente, de un modo interminable. Por lo tanto, en la limitación relativa y

[1] Benjamín Farrington, *La ciencia griega,* Buenos Aires, Librería Hachette, 1957; págs. 26 y 27.

transitoria que observamos en el conocimiento, tenemos una contradicción que jamás se puede resolver de manera completa y absoluta. Pero, al mismo tiempo, esta contradicción continuamente renovada, constituye el principal incentivo del progreso y se resuelve, de manera incesante e ininterrumpida, en el desarrollo fecundo e infinito del conocimiento. Por otro lado, para penetrar en el conocimiento de los elementos componentes del universo, se hizo necesario desarticularlos de su entronque histórico y natural, para investigarlos por separado, considerando a cada uno en su estructura singular y en sus relaciones parciales de causalidad. Así, el trabajo científico consistió —principalmente y durante un tiempo bastante prolongado— en el análisis de las diferentes partes de la naturaleza, en la clasificación de los diversos procesos naturales en categorías rígidas, en el examen interno de los organismos de acuerdo con su diferente estructura anatómica y en la selección y el estudio de aquellos acontecimientos históricos aislados a los cuales se atribuía importancia para la vida de la sociedad. Este análisis separado fue una condición necesaria para hacer posible la acumulación de conocimientos, siempre con base en la experimentación y en el desarrollo teórico de los resultados experimentales. Pero esta manera de adquirir los conocimientos hizo que se interpretara a los objetos de un modo estático, como materiales inertes, despojándolos del movimiento y de la actividad que poseen de manera intrínseca.[2]

Ahora bien, en la actualidad esa etapa meramente acumulativa de la ciencia ha sido superada. Durante los últimos doscientos años la ciencia se ha constituido decididamente en la teoría explicativa de los procesos existentes, comprendiendo su origen y su desenvolvimiento, lo mismo que las mutuas acciones operantes entre unos y otros y las conexiones que unen a cada uno de ellos con el gran conjunto del universo. En la matemática, la consideración de las magnitudes infinitamente pequeñas, como elementos sujetos a toda clase de variaciones, introdujo ampliamente a la dialéctica dentro de la investigación

[2] Federico Engels, *Anti-Dühring,* Madrid, Editorial Cenit, 1932; Introducción, I. Generalidades, págs. 7 y 8; Sección Primera, III. División, Apriorismo, pág. 26.

de las ciencias exactas. En la física, el descubrimiento de la ley de la transformación de la energía y del movimiento ha puesto de manifiesto el hecho de que la conversión de cantidades definidas de una clase de movimiento y de energía, en cantidades determinadas de otra forma de energía y de movimiento, es un proceso recíproco que ocurre sin interrupción y en todas partes. Mientras que, por otro lado, también se ha encontrado la relación definida en la cual se opera la transformación mutua entre masa y energía, o sea, entre las formas fundamentales de existencia de la materia en movimiento. En la química, la transmutación de los elementos por medio de la desintegración natural o artificial de los átomos, con la consiguiente liberación de energía y de masa, ha revelado la existencia de movimientos menos aparentes, pero de mayores consecuencias que los observados en las combinaciones moleculares. En la biología, se ha mostrado cómo la célula es la unidad de la cual se desarrollan, por multiplicación y diferenciación, los seres vivos más complejos; en tanto que, por otra parte, la evolución ha puesto de manifiesto cómo los animales y los vegetales se transforman en un proceso incesante de adaptación al medio y de conservación hereditaria de los caracteres adquiridos. En la psicología, se investigan las condiciones objetivas de integración de la conciencia y, al mismo tiempo, se estudian los procesos que conducen desde el acto reflejo más simple hasta el pensamiento de mayor complejidad. En la economía, se consideran los continuos cambios que ocurren en el sistema de producción y en el de distribución, así como las poderosas implicaciones que estos cambios condicionan en la organización social. Asimismo, en la historia se estudian los orígenes, el desarrollo y la caducidad de las instituciones sociales y políticas, lo mismo que las determinaciones producidas por ellas en el desenvolvimiento cultural y en las manifestaciones artísticas.

Entonces, como resultado del conocimiento científico sabemos que el universo no es un conjunto de cosas terminadas por completo, sino un complejo de procesos en el cual los objetos, aparentemente estables, pasan por un cambio ininterrumpido de devenir y de caducidad, el cual, finalmente, a pesar de todas las contingencias mostradas y de los retrocesos transitorios, ter-

mina por producir un desarrollo progresivo.[3] Tanto en la naturaleza como en la historia, igualmente en el pensamiento y en nuestra actividad cotidiana, nos encontramos con una trama infinita de conexiones y de influencias recíprocas, en la cual nada permanece como lo que era, ni cómo y dónde era, sino que se manifiesta como un proceso ininterrumpido de devenir.[4] Por ello, correspondiendo a este movimiento dialéctico del universo, y reflejándolo de cierta manera, la investigación científica es, ella misma, un proceso dialéctico. La ciencia trata, así, de indagar las múltiples relaciones activas del universo en todas sus partes; pero sin pretender reducir esta interrelación a un sistema tal que cerrara el ciclo del conocimiento. Por lo contrario, la ciencia se empeña en representar con su sistema la transformación universal y el movimiento incesante que los procesos existentes muestran como su característica fundamental. Por consiguiente, la historia de la ciencia expresa, de un modo singular, el desenvolvimiento histórico del universo; en tanto que el sistema científico representa los entrelazamientos y las acciones mutuas que se ejercen entre los procesos existentes. De esta manera, la historia del conocimiento explica el sistema de la ciencia y, a su vez, este sistema dinámico sirve de fundamento al desarrollo histórico del conocimiento. Tanto en la historia como en el sistema de la ciencia queda reflejada y determinada —con la mayor exactitud que le es posible al hombre, y siempre dentro del nivel alcanzado por el progreso de su actividad social— la esencia dialéctica del universo en movimiento y en cambio constantes.

§ 3. Fundamentos científicos de la lógica

La lógica es la disciplina filosófica que trata de la formulación de los métodos de investigación científica y, por ello, le corresponde analizar los procesos del pensamiento para descubrir las formas que adoptan los elementos del pensamiento, las funcio-

[3] F. Engels, *Ludwig Feuerbach y el fin de la filosofía clásica alemana*, Moscú, Ediciones en Lenguas Extranjeras, 1941; pág. 35.

[4] Engels, *Anti-Dühring*, ed. cit.; Introducción, I. Generalidades, pág. 7.

nes que los enlazan, los métodos empleados en la investigación y las leyes del conocimiento teórico y experimental. En consecuencia, tanto desde el punto de vista histórico como en su enfoque sistemático, la lógica supone a las otras ciencias, encuentra su fundamento en el conocimiento científico y tiene su campo de estudio en los procedimientos de indagación empleados en la ciencia. El examen crítico que la lógica practica comprende el estudio de los fundamentos en los cuales se apoya el conocimiento científico y las diversas modalidades de su desarrollo, la estructura de las leyes de la naturaleza, de la sociedad y del pensamiento y las condiciones de su validez, las relaciones entre las expresiones del conocimiento y las manifestaciones de los procesos conocidos, las funciones que constituyen los elementos con los cuales se articula el sistema de la ciencia y las principales categorías utilizadas por las explicaciones científicas, lo mismo que los distintos procedimientos de investigación, de demostración y de exposición seguidos en el conocimiento científico.

Trabajando con este material tomado de la actividad científica, la lógica llega a formular las leyes del pensamiento, las cuales corresponden al movimiento objetivo de los procesos y lo reflejan de un modo determinado. Porque el pensamiento es la reflexión de los procesos existentes en el conjunto del universo, en la cual se representan las diversas modalidades que estos mismos procesos manifiestan en el curso de sus movimientos y de sus transformaciones incesantes. En consecuencia, las leyes del pensamiento explican al universo en tanto que han sido extraídas de su desarrollo real y en la medida en que corresponden objetivamente, y con una aproximación creciente, a este mismo desarrollo del universo. Por otra parte, la acción recíproca que se ejerce entre los procesos del universo, enlazándolos y conjugándolos de continuo, también se observa entre el pensamiento y la realidad representada por el pensamiento. Así, el pensamiento se encuentra siempre referido a la coyuntura histórica y está condicionado por la madurez del proceso que trata de comprender.[5] Conforme a estas condiciones y como parte del

[5] Ernst Bloch, *El pensamiento de Hegel,* México, Fondo de Cultura Económica, 1949; págs. 387 y sig.

mismo proceso por el cual pone al descubierto los fundamentos y la estructura del conocimiento científico, la lógica se apropia de estos fundamentos y de esta estructura, para elaborarse ella misma como una explicación científica. Y, dentro de este proceso de apropiación que la lógica realiza, se muestra con toda claridad con el doble carácter que le es peculiar: *como lógica de la ciencia* y, simultáneamente, *como ciencia de la lógica.*

Las leyes que la lógica descubre no se limitan a registrar simplemente la existencia de formas correspondientes en la realidad objetiva, sino que explican y esclarecen su funcionamiento y las conexiones que las ligan; además, constituyen una expresión propia e inherente de la actividad y de las relaciones que llegan a ser determinadas en los procesos existentes. En esta correlación radica, justamente, su objetividad. De esta manera, la lógica estudia las leyes generales del cambio, tal como operan en la totalidad del universo. Por otra parte, tal como se descubre con la observación más somera, el hombre reflexiona antes de actuar, primero traza los planes de su actividad y sólo después los pone en ejecución práctica. Sobre todo, cuando quiere actuar con éxito, tiene que pensar; debe conocer las condiciones y las posibilidades de su acción, antes de ejecutarla.[6] Por lo tanto, la lógica es aplicada por el hombre en la realización de sus actividades fructuosas, porque en ella se resumen los resultados del conocimiento y por ella se advierten los medios de su aplicación. En consecuencia, la lógica no es únicamente el instrumento empleado para elaborar la ciencia, sino que constituye la expresión activa de la entraña misma de los procesos naturales y sociales y es, ante todo, el instrumento para la actuación práctica del hombre en el mundo.

§ 4. Fundamentos lógicos de la ciencia

Las funciones lógicas cumplen con la condición inherente a todo conocimiento científico: la de ser susceptibles de comprobarse, de modificarse o de refutarse en un experimento posible. En el caso de la lógica, la experimentación se practica con

[6] Bloch, *op. cit.*, pág. 387.

su aplicación a los procesos del conocimiento. Junto con estas condiciones, la investigación científica impone decididamente a la lógica las modalidades propias de su existencia histórica y sistemática. Y es en estas características de la lógica en donde radica la condición de su validez y, al propio tiempo, el mantenimiento de su objetividad y la razón de su progreso. Porque tal necesidad de marchar de acuerdo con la investigación científica, a la vez que permite a la lógica la superación de sus propios conocimientos, también la pone en contacto repetido y continuo con el material activo de su campo de estudio. Ahora bien, precisamente por la conservación de esta susceptibilidad a la modificación, cuando surge tal necesidad en el curso de la investigación científica, es que las leyes lógicas sirven para consolidar los resultados logrados por las otras ciencias, destacando sus múltiples interrelaciones y mostrando la recíproca dependencia de unos con otros. Por otra parte, el avance ulterior de la investigación científica se basa en el conjunto de los conocimientos adquiridos, los cuales quedan concatenados entre sí por sus relaciones lógicas. Sobre este sólido cimiento descansa la posibilidad del progreso científico. En su estructura se apoyan los nuevos resultados, aun cuando esta armazón lógica no tenga nada de rígida, ya que es su flexibilidad la que le presta firmeza. En estas condiciones, y como expresión de las modalidades descubiertas en el trabajo de la ciencia, las leyes lógicas ordenan y articulan el material ya adquirido y lo constituyen, entonces, en el punto de partida imprescindible para todos los pasos siguientes, incluyendo la posibilidad de su negación.

La variación de las leyes lógicas sigue, en general, un curso continuo que se encuentra condicionado por el carácter de los nuevos conocimientos, o sea, en último término, por las manifestaciones de los procesos de la naturaleza y de la sociedad que son puestas al descubierto en el avance de la ciencia. Así, todo nuevo conocimiento y toda extensión o profundización del ya adquirido, al ser puesto en conexión lógica con los otros conocimientos, produce un ajuste y un afinamiento de las relaciones establecidas, cuya formulación sirve como punto de partida para proseguir el trabajo de investigación. En muchas ocasiones las modificaciones son imperceptibles, en otros casos se ponen de manifiesto de un modo acusado; pero siempre siguen

el ritmo marcado por la propia tarea investigadora. Lo más común es que su fijación no se establezca de manera explícita y en paralelo con su variación, ni tampoco abarcando desde luego al conjunto de todos los conocimientos. Entonces, se van acumulando contradicciones entre las relaciones manifiestas en los resultados más recientes y las conexiones bien determinadas de las aportaciones anteriores; hasta que llega un momento en el cual la magnitud de las contradicciones acumuladas las hace insostenibles. En este momento se plantea un antagonismo entre unos conocimientos y otros, el cual no es posible resolver conforme a las leyes lógicas anteriores. Cuando se ha creado esta situación, se tienen maduras las condiciones para superar el antagonismo, efectuando una revolución en el seno de las leyes lógicas. Ante esta coyuntura, tienen que ser superadas todas aquellas relaciones que se muestran insuficientes para explicar los nuevos conocimientos adquiridos, formulándose otras leyes lógicas que cumplen con las nuevas condiciones manifiestas.

Sin embargo, lo que caduca en las leyes lógicas —lo mismo que en toda ley científica— es su aparente carácter absoluto. Porque, al mismo tiempo que se descubren conexiones más generales entre los procesos —mismas que quedan expresadas en las nuevas leyes lógicas—, se encuentra los límites dentro de los cuales siguen teniendo validez las anteriores relaciones; y, por consiguiente, las condiciones dentro de las cuales mantienen su cumplimiento las leyes lógicas anteriores. Por lo tanto, mientras conservan su carácter general sin restricciones, en tanto que no se limita el dominio de su aplicación, las leyes lógicas constituyen la base firme y común en la cual se apoya, desde el punto de vista teórico, toda la investigación ulterior. Esta función también es desempeñada por aquellas leyes lógicas cuyos límites han quedado señalados al descubrirse nuevas relaciones, sólo que restringida al cumplimiento estricto de las condiciones de su validez. Al propio tiempo, la estructura lógica de los conocimientos es utilizada como criterio certero para interpretar las aportaciones nuevas. Pero la incorporación de las adquisiciones recientes no tiene, en caso alguno, un carácter absoluto; porque en la misma incorporación se encierra el germen de la modificación posterior de las relaciones que entonces se establecen. Por todo esto es que, mientras conservan su validez y

en la medida en que constituyen la expresión mejor lograda de las conexiones existentes entre los procesos objetivos de la existencia universal, las leyes lógicas son el fundamento sobre el cual se apoya teóricamente la investigación científica. Así, la lógica es el instrumento que sirve al hombre de ciencia para criticar y formular racionalmente los resultados obtenidos experimentalmente y, a la vez, para planear los experimentos subsecuentes. En este sentido, todas las ciencias, al efectuar la empresa colectiva de descubrir y explicar el comportamiento del universo, aplican constantemente la lógica y, en cierta manera, no son otra cosa que lógica aplicada.

§ 5. Lógica formal y lógica dialéctica

En la lógica, al igual que en cualquiera otra ciencia, es posible hacer abstracciones. La abstracción consiste en considerar un proceso desde un punto de vista único, prescindiendo de todas las demás propiedades de su existencia. Por lo tanto, abstraer es aislar y destacar una propiedad respecto de otras. La abstracción permite, entonces, concentrar el estudio en una propiedad concreta, o en unas cuantas propiedades concretas, sin ocuparse de las otras. Pero, por supuesto, la abstracción no significa que se consideren inexistentes las otras propiedades, sino simple y llanamente que no se las toma en cuenta. Así, por ejemplo, en la cinemática se estudian las propiedades de los diversos movimientos ejecutados por los cuerpos, concentrando la atención en las trayectorias que describen y el tiempo que emplean en recorrerlas, pero sin tomar en cuenta las fuerzas que producen dichos movimientos, o sea, haciendo abstracción de éstas. Pues bien, de un modo análogo, en la lógica es posible estudiar aisladamente los elementos del pensamiento, incluyendo sus relaciones y las operaciones que se pueden ejecutar con ellos, haciendo abstracción de su desarrollo y sus transformaciones. La disciplina que se encarga de dicho estudio es la lógica formal.

La lógica formal es la ciencia que estudia las modalidades del pensamiento correcto, en las cuales se reflejan las relaciones más simples que existen entre los procesos. Debido a que la lógica formal hace abstracción del desarrollo y de las transfor-

maciones que sufren los procesos, éstos son considerados únicamente en sus aspectos relativamente estables. En consecuencia, los procesos quedan representados formalmente como objetos, es decir, sin tener en cuenta sus cambios y sus transmutaciones. Por lo tanto, el dominio de la lógica formal consiste en el conocimiento de las operaciones que se ejecutan con las formas racionales a que son reducidos los objetos y las relaciones entre los objetos. De esa manera, la lógica formal nos enseña cómo se utilizan los conceptos, los juicios y las inferencias para pensar de un modo ordenado, preciso, coherente, consecuente y riguroso. Pensar correctamente, esto es, conforme a las reglas formales de la lógica, es algo enteramente análogo al hecho de hablar y escribir correctamente, es decir, de acuerdo con las reglas gramaticales del lenguaje que nos sirve como medio de expresión. Si no se cumplen las reglas formales de la lógica, no se puede razonar correctamente, o sea, con discernimiento y claridad. Pero el pensar correctamente no conduce a resultados verdaderos, sino solamente posibles. Por eso la lógica formal es una parte necesaria, pero no suficiente, del proceso de la adquisición del conocimiento. En todo caso, los resultados obtenidos en un razonamiento formalmente correcto tienen que ser sometidos a la prueba del experimento para ser comprobados, modificados o refutados conforme a los hechos. Así, la demostración racional, que constituye la prueba de la corrección lógica del pensamiento, prepara el descubrimiento de la verdad y la transformación del razonamiento correcto en verdadero, mediante su comprobación experimental.

La lógica dialéctica es la ciencia que estudia el conocimiento científico en su integridad, en su desarrollo evolutivo y en el desenvolvimiento del pensamiento que lo refleja. Como consecuencia de ese estudio, la lógica dialéctica afina y aumenta nuestra capacidad de lograr una comprensión más profunda y clara de la realidad existente. La lógica dialéctica expresa el contenido del conocimiento científico y comunica ese contenido al pensamiento. Nuestro entendimiento, que procede de una manera dialéctica, crea los conceptos como imágenes mentales de los procesos, de sus propiedades y de su evolución. Luego, dichos conceptos son ordenados, agrupados y vinculados de otras maner de acuerdo con su contenido. Como consecuencia de esa refl

xión activa e imaginativa, se formulan los juicios, se realizan inferencias y se ejecutan otras operaciones lógicas. Los resultados obtenidos de ese modo se someten a la doble prueba de su demostración racional y su comprobación en el experimento. Una vez que los conceptos y sus relaciones han quedado determinados por el entendimiento dialéctico, son convertidos, por medio de una abstracción, en formas y en operaciones entre formas. También se establecen así las reglas de operación y las pautas para ejecutarlas. Entonces, y solamente entonces, es cuando es posible la ejecución de las operaciones de la lógica formal, ajustándose siempre a los esquemas y reglas construidos por la lógica dialéctica.

En la ejecución de las operaciones formales, los elementos del pensamiento son manejados como formas, sin analizar su contenido. La función de la lógica formal consiste en hacer cálculos con dichas formas, tratándolas como elementos invariantes e indivisos. Pero los resultados obtenidos de esa manera tienen que ser interpretados dialécticamente, porque el razonamiento formal, cuando está desprovisto de la actividad reflexiva del entendimiento dialéctico, se vuelve ambiguo e incierto. También es necesario señalar que el entendimiento dialéctico, cuando no se conjuga con el razonamiento y no utiliza sistemáticamente sus resultados para su propio desarrollo, se vuelve dogmático. Por lo demás, como consecuencia de la evolución continua de los conceptos y de sus relaciones, el pensamiento dialéctico modifica las formas y cambia los esquemas operativos, que luego son aplicados formalmente. En fin, como la lógica dialéctica estudia las leyes del pensamiento, las del conocimiento y las de la existencia objetiva, lo mismo que las interrelaciones entre unas y otras, resulta que la lógica formal es un caso particular y limitado de la lógica dialéctica.

II. ESTRUCTURA DEL CONOCIMIENTO

§ 6. Carácter dialéctico de la investigación

Unicamente ante el hecho ya presente de la ciencia en desarrollo, fue posible iniciar el estudio lógico sobre las leyes de la investigación científica. Porque sólo en el seno del propio conocimiento, en la realización concreta de los trabajos científicos, es en donde se pueden descubrir las leyes que rigen su proceso y las condiciones de su cumplimiento. En todo caso, la atención del investigador científico se encuentra dirigida hacia el proceso particular que trata de determinar, junto con sus conexiones activas externas e internas; sin tener, necesariamente, interés especial en analizar con detalle las condiciones en las cuales se desenvuelve la investigación. Por lo tanto, únicamente en una etapa posterior, que tiene como antecedente inevitable a los conocimientos ya adquiridos y como base ineludible a los procedimientos seguidos en su obtención, es cuando puede surgir la necesidad de indagar y reflexionar sobre las leyes que rigen el proceso de adquisición del conocimiento científico. A esta clase de indagación reflexiva es a lo que se denomina lógica. Su dominio de estudio, establecido claramente y distinto de los campos de otras ciencias, consiste en examinar la propia investigación, descubriendo el modo como se efectúa el proceso de elaboración de la ciencia y las leyes que lo gobiernan. Y es justamente como resultado de la investigación lógica que se ha puesto de manifiesto, con la mayor determinación, cómo el universo impone al curso del conocimiento sus propios cauces dialécticos. Porque, a cada paso adelante, a cada penetración, a cada descubrimiento logrado por la ciencia, se ha precisado el comportamiento dialéctico del universo; y, a la vez, se ha destacado cómo el conocimiento reproduce y representa, en forma determinada, al desarrollo dialéctico de los procesos existentes, para poder explicarlos en su objetividad. Por esto es que la

lógica, siguiendo la senda dialéctica, no perdiendo jamás de vista la acción general de influencias recíprocas, la génesis y la caducidad de los procesos existentes, los cambios de avance y de retroceso, ha podido establecer una explicación más completa acerca del desenvolvimiento del universo y del desarrollo de la humanidad, así como de la imagen del conocimiento científico reflejada en la conciencia de los hombres.[1] Además, tanto nuestro pensamiento subjetivo como el mundo objetivo, se encuentran gobernados por las mismas leyes generales. A ello se debe que los resultados del conocimiento desarrollado teóricamente con rigor lógico, lejos de contradecir a los hechos descubiertos por el experimento, muestran su coincidencia con ellos y permiten entenderlos.

La dialéctica no concibe al universo como una colección de cosas finitas y acabadas, sino como el conjunto total de los procesos objetivos en desarrollo. En el universo, los elementos aparentemente estables y los conceptos elaborados por el conocimiento para representarlos se transforman sin cesar, pasando por un cambio ininterrumpido de devenir y de desaparición. Y entonces, como reflejo de este proceso universal y como parte integrante de él, la lógica dialéctica se caracteriza por ser un desenvolvimiento continuo de lo desconocido a lo conocido, de lo elemental a lo complejo, de lo inferior a lo superior, a través de saltos bruscos, de lucha constante entre contradicciones y de unificación de opuestos. La lógica dialéctica no es un procedimiento inventado para elaborar la ciencia, sino que representa y expresa a la ciencia misma. Las leyes de la dialéctica se han extraído de la historia de la naturaleza, lo mismo que de la historia de la sociedad y de la historia de su reflexión en el pensamiento. No son otra cosa que las leyes más generales de ambos aspectos del desarrollo histórico del universo y del conocimiento de este desenvolvimiento. Y no se imponen a la naturaleza y a la sociedad, como leyes normativas del pensamiento, sino que explican a la naturaleza y a la sociedad, reflejando su actividad incesante.

"La lógica dialéctica exige siempre el progreso; para conocer realmente al objeto, es necesario estudiarlo y comprenderlo

[1] Engels, *Anti-Dühring,* ed. cit.; Introducción, I. Generalidades, pág. 10.

en todos sus aspectos y en todas sus conexiones... En segundo lugar, la dialéctica exige considerar al objeto en su propio desenvolvimiento, en su movimiento autónomo, en sus modificaciones... En tercer lugar, en la determinación completa del objeto debe englobarse a la práctica humana, tanto como criterio de certeza, como para determinar experimentalmente la relación entre el objeto y las necesidades humanas. En cuarto lugar, la lógica dialéctica enseña que no existe ninguna verdad abstracta, ya que la verdad siempre es concreta." [2] En las dos primeras afirmaciones se establece la diferencia tajante que existe entre la lógica formal y la lógica dialéctica. En la tercera afirmación se señala la estrecha conexión existente entre la teoría y el experimento y, a la vez, se destaca cómo se realiza la unidad del conocimiento en la actividad práctica. En el cuarto punto se expresa el carácter objetivo y concreto del conocimiento científico, del cual se excluyen las verdades eternas y absolutas. Por último, en estas cuatro consideraciones se expone con claridad la concepción del universo —elaborada con base en los resultados logrados por las distintas ciencias— que constituye el fundamento de la lógica dialéctica.

El procedimiento dialéctico de la ciencia es la reconstitución completa de lo concreto en sus movimientos y en sus cambios intrínsecos. No consiste, por lo tanto, en la simple yuxtaposición inerte de los resultados del análisis cognoscitivo, sino en la integración sintética de su contenido dinámico. Apropiándose profundamente de este contenido y examinando las diversas formas de su desarrollo, es como la lógica dialéctica descubre sus leyes internas, determinando las relaciones y las fases del desenvolvimiento de este contenido concreto.[3] "Lo concreto es concreto porque es una conjugación de muchas determinaciones, esto es, una unidad de múltiples elementos. En el pensamiento aparece como un proceso de síntesis, como un resultado, y no como un punto de partida; aun cuando, efectivamente, sea el verdadero punto de partida y, en consecuencia, sirva también

[2] Lenin, *Sobre los sindicatos;* citado por Paul Sandor, *Histoire de la dialectique,* París, Editions Nagel, 1947, págs. 206 y sig.

[3] Henri Lefebvre, *Le matérialisme dialectique,* Paris, Presses Universitaires de France, 1947, pág. 68.

de punto de partida a la observación y a la conceptuación." [4] Así, la totalidad concreta es la elaboración conceptual del contenido aprehendido en la percepción objetiva y en la representación racional. "El todo, tal como aparece en nuestras cabezas, como un conjunto racional, es el producto pensante que comprende al mundo de la única manera que le es posible", es decir, por medio del conocimiento científico.[5]

La dialéctica científica se funda expresamente en la consideración de que la primacía corresponde al contenido; porque el universo existente es el que determina al pensamiento, tanto en su conjunto como en su particularidad. Por otra parte, la ciencia examina dialécticamente al movimiento y al cambio de este contenido, constituyendo un procedimiento analítico para cada totalidad concreta y para cada condición histórica definida. Pero, al mismo tiempo, la ciencia se muestra como un procedimiento sintético que conduce a la totalidad del cambio y del movimiento, al descubrir las leyes de su evolución. De esta manera, el procedimiento dialéctico de la ciencia sirve para determinar a los procesos naturales y a los procesos sociales, situándolos y precisándolos en su objetividad específica y en su actividad. La lógica dialéctica corresponde a la doble exigencia del conocimiento científico, porque establece el análisis explicativo y concreto de los procesos y, a la vez, lleva al descubrimiento de su existencia y define, en su integridad, el procedimiento metódico que permite conocerlos. Así, la lógica dialéctica examina la totalidad coherente, múltiple y polimorfa del universo y, al propio tiempo, aporta elementos para la elaboración científica de la visión objetiva y racional del conjunto.[6]

§ 7. Hipótesis y teorías

Correspondiendo al movimiento de la naturaleza y de la vida social, y reflejándolo de cierta manera, la investigación científica

[4] Carlos Marx, *Introducción a la crítica de la economía política;* figura como apéndice en *A contribution to the critique of political economy,* Chicago, Charles H. Kerr & Company, 1904, pág. 293.

[5] Marx, *Critique of political economy,* ed. cit., pág. 294.

[6] Lefebvre, *Le matérialisme dialectique,* ed. cit., págs. 85 y sig.

puede caracterizarse como un proceso en el cual se parte de ciertos supuestos que son las hipótesis —formadas como resultado de experiencias anteriores— para obtener consecuencias por medio de la experimentación y del desarrollo teórico. Los nuevos conocimientos adquiridos y las hipótesis se encuentran conectados por una relación de condicionante a condicionado, en sentido recíproco; pues tanto resulta condicionada la consecuencia por la hipótesis, como ésta es determinada, a su vez, por la consecuencia, dando lugar entonces a una hipótesis más precisa y desde un punto de vista más elevado.[7] Cuando se descubre experimentalmente un nuevo hecho, o cuando se llega racionalmente a una conclusión nueva, que presente divergencias insalvables con respecto a la explicación establecida anteriormente, entonces, es necesario formular una nueva hipótesis que comprenda las nuevas condiciones conocidas y que explique unitariamente a éstas y a las anteriores. Al principio, estos modos de explicación se apoyan solamente en un número restringido de observaciones y de conclusiones; pero, después, con la acumulación de materiales provenientes de la experimentación y del desenvolvimiento teórico, tales hipótesis se depuran, abandonándose en parte y corrigiéndose también en parte, hasta que finalmente, mediante su verificación reiterada y su creciente refinamiento, se convierten en teorías. Y las hipótesis transformadas en teorías expresan relaciones de cumplimiento universal y necesario, aun cuando siempre dentro de aquellas condiciones que se han destacado en el curso de su comprobación.

Las hipótesis científicas representan, así, las posibles conexiones entre los hechos conocidos directamente en los experimentos. Su cimiento está constituido por conocimientos ya comprobados experimentalmente y, por lo tanto, su base se encuentra asentada sólidamente en las manifestaciones de la existencia objetiva. En cambio, el cuerpo de la hipótesis —es decir, la estructura de relaciones que se edifica sobre el cimiento de los hechos experimentados— es una construcción racional que debe sujetarse a la prueba del experimento, para saber si se verifican o no las conexiones elaboradas en el plano de la posibilidad. Al sujetarse

[7] Pablo Natorp, *Los fundamentos lógicos de las ciencias exactas*, traducción de J. D. García Bacca, aún no publicada; págs. 20 y sig.

al experimento, la hipótesis puede ser comprobada por completo, puede ser refutada en su integridad, o bien puede ser comprobada en parte y acusar la necesidad de ser modificada parcialmente. En el primer caso, poco frecuente, la hipótesis se convierte inmediatamente en teoría científica. En el segundo caso, cuando se obtiene su refutación experimental, la hipótesis es rechazada y, en su lugar, se formula una nueva hipótesis para iniciar el proceso de verificación experimental. De este modo, incluso aquellas hipótesis que resultan ser falsas sirven como instrumento para hacer avanzar el conocimiento. Por último, en el tercer caso, que es el más frecuente, se hace necesario modificar la hipótesis en aquellos aspectos señalados directamente por los resultados del experimento y, luego, se vuelve a someter la hipótesis reformada a la prueba experimental. En general, es indispensable introducir varias modificaciones sucesivas en la hipótesis original, antes de conseguir que las conexiones formuladas como posibles representen realmente los enlaces objetivos entre los procesos explicados racionalmente por la hipótesis.

En estas condiciones, la hipótesis se transforma en teoría científica a través de un proceso de refinamiento y de profundización crecientes, como resultado de los experimentos ejecutados para conseguir su verificación. Así, la realidad objetiva, manifestada en la experiencia directa, impone su dominio sobre la razón. Por esto, cuando una hipótesis resulta comprobada, entonces, a su racionalidad se agrega la objetividad. Además, cuando la hipótesis resulta refutada en los experimentos en que se somete a prueba, se demuestra que la posibilidad desentrañada racionalmente no se cumple en la realidad objetiva. Por lo tanto, la hipótesis que expresa tal posibilidad carece de objetividad. Y, entonces, ocurre una transformación importante dentro del proceso del conocimiento. Ya que, al mismo tiempo que se impone la necesidad de construir racionalmente una nueva hipótesis fundada en los resultados experimentales, también se descubren, por medio de la razón, los elementos que sirven para demostrar la falta de racionalidad de la hipótesis refutada. De tal manera que, cuando se pone en claro que una hipótesis carece de objetividad, ésta pierde igualmente el carácter racional que se le atribuía. Hasta este grado alcanza la primacía de la realidad objetiva sobre el pensamiento racional.

Por su parte, la teoría científica no es otra cosa que la hipótesis comprobada experimentalmente. Mediante el proceso laborioso de prueba en una sucesión de experimentos, en los cuales se van introduciendo las correcciones necesarias y se hacen variar de muy diversas maneras las condiciones de realización, la hipótesis obtiene su comprobación y se convierte científicamente en una teoría. De esta manera, la teoría —como generalización del experimento y como explicación comprobada experimentalmente— suministra una perspectiva de conjunto, y desde un nivel elevado, para las investigaciones posteriores. La teoría es científicamente verdadera porque explica los procesos ya experimentados e, igualmente, a los otros procesos de la misma clase que todavía no hayan sido experimentados. Además, como la verdad de una teoría se conquista por medio de la comprobación experimental, ella no sufre menoscabo alguno cuando se llegan a descubrir otros procesos de la misma clase en los cuales no se cumplan las relaciones establecidas por la teoría. Ya que, en tal caso, lo que se plantea es la necesidad de formular una nueva hipótesis que establezca una explicación única, tanto para los procesos previstos por la teoría anterior como para los nuevos procesos descubiertos. Pero la teoría anterior sigue teniendo la misma veracidad y se cumple con igual necesidad, dentro del dominio para el cual fue establecida. En todo caso, lo único que se altera es la universalidad que se atribuía a la teoría anterior, justamente porque entonces se han descubierto los límites de su cumplimiento. Así, la verdad de una teoría comprobada objetivamente en el experimento ya no se modifica, ni tampoco sufre pérdida en la extensión de su dominio de cumplimiento. Porque incluso la nueva teoría que explica conjuntamente los hechos anteriores y los nuevos, adopta la forma de la teoría anterior y se confunde con ella, cuando es aplicada al dominio de dicha teoría.

§ 8. Postulados y fundamentos

En la realización del trabajo científico se parte de dos supuestos primordiales. Estos supuestos tienen, al principio, el carácter de postulados, esto es, de aseveraciones aceptadas sin prueba; pero, en el curso de las investigaciones se comprueban una y otra

vez, sin excepción alguna. Uno de estos supuestos expresa el reconocimiento de la existencia objetiva del universo, de manera independiente a la conciencia humana —es decir, independientemente de como el hombre lo conozca, lo ignore o se lo imagine— e incluyendo al hombre como una de sus partes integrantes. El otro postulado expresa la cognoscibilidad del universo, ya sea de manera directa o indirecta; de tal modo que todos los procesos universales desconocidos en un momento dado, o los aspectos ignorados de los procesos ya conocidos, son enteramente susceptibles de llegar a ser conocidos por el hombre.[8] Sobre estos dos postulados descansa hasta la mera posibilidad de existencia de la ciencia. Ya que la invalidación del primer supuesto nos sumerge en el solipsismo —bien sea aceptándolo expresamente, o sosteniéndolo de manera vergonzante; porque entonces resulta indiscernible la simple distinción entre el *yo* y el *no-yo*. Por otro lado, el incumplimiento del segundo postulado haría que todo el complejo y penoso trabajo científico careciera por completo de significado. Además, la falta simultánea de validez de ambos supuestos haría imposible al propio conocimiento. Tenemos, por lo tanto, una contradicción radical en el seno del pensamiento. Por una parte, la demostración abrumadora de que su origen se encuentra en un proceso de interacción entre el hombre y el universo, debido a lo cual posee su carácter objetivo e histórico. Por otro lado, colocados estrictamente en el campo del pensamiento, tenemos que su fundamento teórico consiste en la postulación y el cumplimiento de condiciones enteramente independientes del propio pensamiento. Pero esta contradicción se resuelve, en forma dialéctica, en la objetividad que el conocimiento adquiere a través de la negación sucesiva y sin término de las oposiciones planteadas entre la elaboración teórica y los resultados experimentales de la ciencia.

Ahora bien, además de los dos postulados primordiales que acabamos de señalar, existen otros; entre ellos tenemos, desde luego, a las leyes dialécticas. Estos postulados generales de la ciencia son otros tantos supuestos de los cuales es necesario partir en cada una de las investigaciones que se emprenden. Tam-

[8] Max Planck, *¿Adónde va la ciencia?*, Buenos Aires, Editorial Losada, 1941, pág. 87.

bién existen postulados cuyo cumplimiento abarca sólo a un grupo de ciencias. Igualmente, cada ciencia tiene sus propios postulados específicos y, aún más, cada rama de una ciencia tiene sus postulados peculiares. De esta manera, en cada investigación científica se parte de un conjunto de supuestos —los postulados de la rama particular, de la ciencia en cuestión, del grupo de ciencias y del conocimiento en su conjunto—, los cuales son tomados como hipótesis por verificar, junto con las hipótesis particulares que se trata expresamente de probar experimentalmente, o de desarrollar teóricamente, en la investigación que se realiza. Entonces, al terminarse una investigación, además de obtenerse un resultado sobre las hipótesis particulares que le sirvieron de base, también se consigue para el conjunto de postulados tomados como punto de partida. Así, cuando el resultado es confirmatorio, los postulados se convierten en conocimientos comprobados para ese caso particular; y, por lo tanto, se transforman en fundamentos de la investigación realizada. Sin embargo, en cada nueva investigación, aun cuando los postulados ya han quedado comprobados para los casos anteriores, recobran su carácter de hipótesis elementales por verificar y, como tales, se sujetan a prueba. De esta manera, los postulados se encuentran en un proceso constante de transformación, por el cual se convierten cada vez más y mejor en fundamentos del conocimiento. En consecuencia, los postulados tienen el rango de fundamentos comprobados para los conocimientos ya adquiridos y, simultáneamente, mantienen su carácter de hipótesis elementales con respecto a las nuevas investigaciones que se inicien. Con estas exigencias se asegura la objetividad de los resultados logrados en la experimentación y en el desarrollo teórico de la ciencia.

En cuanto a su formulación, los postulados no se establecen de un modo arbitrario. Por lo contrario, en cada caso es necesario verificar reiteradamente su implicación en los conocimientos integrantes de una rama científica, de una ciencia, de un grupo de ciencias o de la ciencia en general, antes de poder constituir a una relación elemental como un postulado. Tal es el fundamento objetivo de la determinación de los postulados. Por ello, los postulados reflejan dentro de la estructura interna de la ciencia a las leyes objetivas de la existencia y las expresan de un modo definido. En su carácter de hipótesis elementales e indis-

pensables para la investigación, los postulados muestran las mismas propiedades que hemos apuntado para toda hipótesis científica. Por consiguiente, los postulados son simplemente las hipótesis que se refieren al dominio entero de una rama científica, de una ciencia, de un grupo de ciencias o del conocimiento científico en su conjunto. Por otro lado, en cuanto se convierten en fundamentos del conocimiento, los postulados tienen las mismas cualidades señaladas para las teorías científicas. Así, en la medida en que se ha obtenido su comprobación, los fundamentos científicos expresan una verdad que ya no se puede perder, ni tampoco deteriorar, con las investigaciones ulteriores. En consecuencia, los postulados comprobados —o sea, los fundamentos de la ciencia— son sencillamente las teorías que tienen vigencia en todo el dominio de una rama científica, de una ciencia, de un grupo de ciencias o de la ciencia en general. Y, por lo demás, entre el aspecto de supuesto y el aspecto de fundamento que tienen los postulados, encontramos las mismas relaciones que encontramos entre las hipótesis y las teorías.

§ 9. Observación y experimentación

El conocimiento elemental de los cambios que ocurren en el universo se adquiere por medio de la observación. En un principio, la observación consiste en registrar los movimientos percibidos directamente por los sentidos. La determinación así lograda es simplemente cualitativa. Pero, pronto se desarrolla en amplitud y en profundidad. Por una parte, la acumulación creciente de las observaciones practicadas hace que se advierta mayor número de conexiones entre los procesos universales. Por otro lado, la precisión de la observación se afina constantemente, permitiendo una penetración mejor en las conexiones advertidas. De este modo, aun en el estricto nivel de la determinación cualitativa elemental es posible distinguir, por ejemplo, la muerte de las plantas por la carencia de agua, la asociación entre el arco iris y la lluvia, la rotación de los astros alrededor de la estrella polar y el cambio de las estaciones en el año. Más adelante, el logro de una exactitud todavía mayor en las observaciones y la multiplicación de éstas, se traduce en el discernimiento de rela-

ciones cuantitativas entre los procesos. La determinación cuantitativa y los procedimientos de contar y de medir que se introducen con ella, ponen de manifiesto las conexiones simples más importantes que existen entre los procesos del universo. Así es como se conoce que las estrellas se desplazan aparentemente con un movimiento uniforme y en una trayectoria circular y, también, que las estaciones del año constituyen una sucesión cíclica regular con duración definida. Pero la observación cuantitativa no se detiene en este nivel, sino que se desarrolla constantemente, tanto en profundidad como en extensión. La acumulación de observaciones y el incremento en su exactitud conducen al afinamiento de las determinaciones cuantitativas. Las leyes de Kepler sobre el movimiento planetario constituyen un resultado de esta clase de observaciones, en su nivel más elevado de desarrollo.

Después, el desenvolvimiento de la observación cuantitativa llega a un grado tal de exactitud y de intensidad, que se produce la determinación de relaciones. La observación permite entonces el descubrimiento de las conexiones espacio-temporales existentes entre los procesos, lo mismo que un conocimiento más profundo de su movimiento. Sólo que la penetración de tales determinaciones lleva a advertir conexiones todavía más activas en los procesos universales. Se acusa entonces la relación de causalidad que liga a unos procesos con otros, hasta llegar a poner de manifiesto, siempre por la superación continua de la observación, a la acción recíproca que enlaza en forma estrecha e indisoluble a todos y cada uno de los procesos del universo. De este modo es como se llegan a establecer, por ejemplo, las leyes newtonianas del movimiento mecánico. Pero, el desarrollo de la observación no se detiene tampoco aquí, sino que sigue creciendo en precisión y en amplitud, hasta conducir a la determinación de los cambios que ocurren en los procesos. Se aprecia entonces la correspondencia entre la existencia de los procesos y su expresión en el conocimiento. Sólo que, para esto, la observación desaparece como tal, en su carácter simple, transformándose en experimento. Se hace insuficiente el simple registro de las manifestaciones espontáneas de la existencia, por preciso y amplio que sea, imponiéndose la necesidad de intervenir en los procesos mismos, para poder comprobar los resultados de las observaciones o de los experimentos. De esta manera es como se

consiguió formular, por ejemplo, la teoría de la relatividad de Einstein.

Sin embargo, la propia observación se sigue ensanchando como tal, al propio tiempo que se hace más aguda. Por una parte, el experimento mismo tiene como un aspecto muy importante e imprescindible, a la observación. Por otro lado, algunos experimentos científicos nunca dejan de tener un carácter fundamentalmente observativo —como las determinaciones astronómicas y astrofísicas—[9] aun cuando en ellas el refinamiento de la observación alcanza un nivel extraordinario. De esta manera, la observación se continúa desenvolviendo en el curso de la investigación científica; incluso después de que el experimento se ha originado de ella, como una nueva especie de experiencia y con un desarrollo propio y relativamente independiente. Además, la descripción que hemos hecho hasta aquí acerca del desarrollo de la observación, constituye solamente un esquema en el cual hemos procurado destacar exclusivamente el sentido de su evolución. Porque el experimento no se desprende de la observación hasta que llega a un grado elevado, sino que, en rigor, se practica junto con ella, desde sus etapas inferiores. Cuando se supera la práctica de observar los procesos, tal como éstos se presentan naturalmente, y se interviene en su producción y en su curso, se ha llegado al experimento. Los procesos son producidos entonces artificialmente, esto es, provocando las condiciones para que ellos surjan. Además, las propias condiciones se pueden hacer variar dentro de ciertos límites y, por lo tanto, la observación se logra de modo mucho más acusado y con la mayor exactitud permitida por la repetición de los procesos. Por medio del experimento se logra amplificar la percepción sensorial, al mismo tiempo que se penetra en los aspectos que no se manifiestan aparentemente. Así, en tanto que en la observación se determina a los procesos tal como ellos se muestran existiendo, en el experimento se interroga al universo para determinar la respuesta definida a que se le constriñe.[10]

[9] En rigor, el primer experimento astronómico se realizó el 4 de octubre de 1957, con la colocación del primer satélite artificial por los sabios soviéticos.

[10] Claude Bernard, *El método experimental*, Buenos Aires-México, Espasa-Calpe, 1947; págs. 61 y sig.

Mientras el observador ejecuta un papel pasivo en la producción y en el desenvolvimiento de los procesos, el experimentador participa activamente en ellos. Pero esta distinción es relativa; porque el observador no permanece en un estado contemplativo, sino que también necesita realizar diversas actividades para poder practicar sus operaciones. En rigor, el observador no es enteramente extraño a los procesos que observa, puesto que al observar introduce alguna perturbación en el desarrollo de los procesos. En muchos casos, sólo afecta a los procesos de un modo mínimo; pero, en otras ocasiones, la perturbación es tan considerable que hace imposible la determinación unilateral, como ocurre justamente en el caso expresado por el principio de incertidumbre de Heisenberg. Por otra parte, el experimentador participa ciertamente en la provocación de las causas que condicionan al proceso; pero, una vez que las ha establecido, procura asumir estrictamente el papel de observador, para poder registrar con toda objetividad el desenvolvimiento del proceso.[11] En realidad, debido a la acción recíproca universal, es imposible efectuar observaciones o experimentos sin que el investigador intervenga en el proceso y lo perturbe. Por lo tanto, no existen observaciones puras. Pero esta condición de tener que participar activamente en el proceso observado, que es ineludible dentro del conocimiento científico, no afecta a la objetividad de los resultados registrados. Porque, por una parte, el investigador se ingenia para llegar a cuantificar la perturbación causada en los procesos; valiéndose de las variaciones que puede provocar en las condiciones del experimento y en los medios utilizados para la observación. Mientras que, por otro lado, la perturbación que provoca lleva al investigador a conocer, junto con el curso propio del proceso estudiado, una de las maneras como le es posible al hombre intervenir en dicho curso. Y esta intervención en los procesos del universo es la que permite justamente al hombre el mejoramiento de las condiciones de su existencia, lo cual constituye el objetivo primordial e indeclinable del conocimiento científico.

Ahora bien, el experimento no es otra cosa que una observación provocada dentro de condiciones controladas por el in-

[11] Bernard, *op. cit.*, págs. 64-72.

vestigador. Por lo tanto, el experimentador tiene que reflexionar, ensayar, tantear, comparar y combinar de muchas maneras, para descubrir las condiciones que sean más apropiadas para la realización del objetivo que persigue. Pero, una vez que consigue provocarlas, entonces tiene que constatar los resultados, preocupándose por encontrar todos los errores de observación, por conocer las perturbaciones que provoca y por registrar objetivamente el desarrollo del proceso, independientemente de las hipótesis que haya forjado y de los supuestos que utilice. El investigador emplea la hipótesis como un medio para solicitar una respuesta del universo. Entonces, el experimento está constituido por dos fases principales. La primera consiste en suscitar la presentación de las condiciones objetivas que se han premeditado. La segunda, en constatar los resultados producidos por el desenvolvimiento del proceso en las condiciones suscitadas. Y, de la misma manera como es imposible efectuar el experimento si no se dispone de una hipótesis previa, tampoco es posible obtener determinaciones objetivas cuando no se abandona la hipótesis en el momento de registrar los resultados. En su aspecto de experimentador, el investigador científico reflexiona sobre los conocimientos ya adquiridos para formular sus hipótesis y encontrar las condiciones críticas en que debe someterlas a prueba. En cambio, como observador el científico se despoja, por decirlo así, de los conocimientos anteriores, para concentrar su atención en el registro y la constatación de los resultados. No obstante su diferencia, ambos aspectos se encuentran reunidos indisolublemente en cada investigador; y es precisamente la conjugación íntima de estas dos fases lo que constituye el fundamento de la investigación experimental.[12]

El experimento es la fuente del conocimiento científico. En él se originan y a él conducen todos los desenvolvimientos de la ciencia. Incluso sus desarrollos teóricos parten directamente de los resultados experimentales y llevan reiteradamente al experimento, tanto para comprobar su validez, como para encontrar su aplicación en otros conocimientos y en el amplio dominio de la técnica. Nunca es suficiente con establecer inferencias correctas, obtenidas de un conjunto de demostraciones rigurosas

[12] Bernard, *op. cit.*, págs. 82-96.

que no se contrapongan, por numerosas y amplias que éstas sean, para que se considere a un conocimiento como verdadero. Además de esto, se requiere la comprobación directa e incontrastable en el experimento, de manera que la presencia de las condiciones supuestas produzca el resultado inferido. Por otra parte, el experimento no es objeto de sí mismo, sino que son los procesos de la naturaleza y de la sociedad, en su intrincada conexión y en su acción recíproca universal, los que son experimentados. Tampoco se limita el experimento al plano inmediato o al nivel de la experiencia directa de los procesos del universo, sino que se introduce en ellos con una penetración creciente y prácticamente ilimitada. Esta penetración del experimento se practica en todos los sentidos y pone al descubierto, a medida que avanza, una riqueza y una extensión mucho mayores que aquellas que permitían sospechar las determinaciones anteriores. De este modo, el universo no solamente se muestra como inagotable, sino que también crece y se ensancha en cuanto a su determinabilidad, junto con el progreso de la indagación y a un ritmo superior al avance de éste. Pero, no sólo se descubren y se traen a la superficie, por decirlo así, los procesos ocultos en la manifestación inmediata; sino que, además, superando las limitaciones y las condiciones de su enfoque, el experimento hace que se descubran y se determinen aspectos definidos del universo, y que, al mismo tiempo, se encuentre el acceso y la conexión hacia otros aspectos. Así es como, por ejemplo, el geólogo puede determinar con una precisión admirable el curso de procesos ocurridos muchos millones de años antes de la existencia del hombre, tomando como punto de partida y como material de comprobación a los datos que obtiene de sus experimentos actuales.[13]

De esta manera, lo que se comprueba por medio de una reiteración de experimentos, se generaliza como determinación conjunta. Así se hacen variar los límites efectivamente experimentados, para extenderlos hasta la inclusión en ellos de todos los procesos que manifiestan las mismas características. Esta ampliación se funda en la conservación de las condiciones reco-

[13] John Dewey, *La experiencia y la naturaleza,* México, Fondo de Cultura Económica, 1948, págs. 3-6.

nocidas como críticas, a través de una sucesión de experimentos, en los cuales se hayan modificado —y aun suprimido por completo y sustituido por otras— aquellas condiciones que no resulten indispensables. A la vez, los experimentos que sirven de prueba para las hipótesis superan siempre este objetivo y exhiben una mayor riqueza en los procesos experimentados. Por lo tanto, en estos experimentos se descubren otros aspectos de los procesos, imponiendo la necesidad de su determinación. Entonces se plantea la exigencia de formular otras hipótesis, para establecer la posible explicación de las nuevas relaciones advertidas en los procesos. Y estas hipótesis, a su vez, como consecuencias racionales que son de los resultados experimentales, conducirán a la ejecución de nuevos experimentos, para someterlas a prueba. Así se destaca la acción recíproca existente entre el desarrollo teórico y el experimento, dentro de la investigación científica. La teoría se desenvuelve partiendo del experimento y conduce al experimento. Y, por su parte, el experimento resulta de la teoría y hace surgir la necesidad de nuevos desarrollos teóricos. Sólo que, en todo caso de discrepancia entre el desarrollo teórico y los resultados experimentales, la decisión corresponde al experimento. Porque la experimentación es la forma más rigurosa de la actividad práctica del hombre sobre la existencia objetiva. A la vez, la actividad práctica es, en cierto sentido, una ampliación del experimento y la forma que éste adopta en la vida cotidiana; y, sobre todo, la actividad práctica constituye el único criterio objetivo de la verdad del conocimiento científico.

§ 10. Existencia objetiva y objetividad del conocimiento

Una condición primaria en la cual coinciden los trabajos científicos, es la de que todos ellos son necesariamente objetivos. Por objetividad se entiende, por un lado, que toda investigación científica, al resultar fructuosa, pueda ser repetida por cualquier otro hombre, siempre que éste reproduzca los diferentes pasos seguidos por el descubridor, hasta alcanzar los mismos resultados. También significa, por otra parte, que los resultados de la investigación expresan y representan determinadas manifestaciones

de una realidad material que no depende de la sensibilidad, ni de la conciencia, ni del pensamiento del sujeto cognoscente. Así, la noción primordial de objetividad se encuentra en el reconocimiento de la existencia del universo, de modo independiente al conocimiento, e incluyendo al hombre como parte integrante del propio universo; ya que, hasta la misma objetividad del conocimiento tiene su fundamento en la objetividad de la existencia.

En todas las ciencias se postula de manera explícita la existencia de sus objetos, para comprobar luego, efectivamente, esta existencia en sus resultados. Pero, aun en estas condiciones, surge un problema importante: el de saber si esas realidades objetivas, tal como son estudiadas dentro de cada disciplina, son aspectos distintos de una realidad objetiva total y única; o si, por lo contrario, se trata de campos diferentes que el hombre no pueda o no sepa conjugar. Además, ahondando en este problema, nos encontramos con que no se limita a la conexión, posible o imposible, entre cada ciencia y las otras, sino que se plantea igualmente en el seno de una misma ciencia, respecto a las diversas ramas que la integran. En efecto, examinando la historia de las ciencias advertimos en distintas épocas, sin excluir la actual, el desarrollo de disciplinas que se separan radicalmente de las otras integrantes de una misma ciencia. Así observamos, por ejemplo, la distinción entre la aritmética y la geometría, o sea, entre el estudio cuantitativo de las relaciones numéricas y la investigación de las relaciones cualitativas entre los elementos espaciales; la diferencia entre la mecánica de las partículas materiales y la mecánica de los fluidos, es decir, entre el movimiento de los cuerpos formados por un conjunto discontinuo de corpúsculos y el movimiento de los medios continuos, ininterrumpidos y homogéneos; la separación entre los procesos que ocurren en las grandes masas celestes y los que acontecen entre las pequeñísimas partículas elementales que constituyen a los cuerpos existentes; el hecho de que los compuestos inorgánicos fueran susceptibles de fabricación en el laboratorio, mientras que la producción de sustancias orgánicas se conociera como función exclusiva de los organismos vivientes; la heterogeneidad observada entre los procesos vegetales y los animales; la discordancia advertida entre la organización de los procesos de

producción económica y las relaciones de distribución de los productos; la incoherencia entre las manifestaciones psicológicas individualistas y el comportamiento social de los individuos; y, así, otras muchas divergencias surgidas dentro del campo de estudio de una misma ciencia.

Esta situación de separación interna en el seno de una ciencia se mantiene durante un tiempo más o menos prolongado. Sin embargo, en la propia historia de las ciencias encontramos cómo, a la postre, acaba por rehacerse la unidad interna de cada ciencia, cuando se descubren las conexiones existentes entre todas sus ramas y se comprueba que los campos peculiares estudiados por cada una de ellas, son aspectos de un mismo dominio de la realidad objetiva. Tal ha sucedido, por ejemplo, cuando se desarrolló la geometría analítica y las funciones aritméticas se expresaron como relaciones geométricas, en tanto que éstas se convirtieron en operaciones aritméticas, haciendo que la matemática recuperara su unidad; igualmente, cuando se observó la identidad entre el movimiento corpuscular y la propagación ondulatoria del movimiento, la mecánica se hizo unitaria; cuando la producción de sustancias orgánicas se volvió una práctica rutinaria en los laboratorios, desapareció el abismo entre la química inorgánica y la química orgánica; cuando se observó la concordancia existente en el desarrollo y en las funciones de animales y vegetales y, además, se conocieron algunos organismos como los flagelados y las estructuras de materia orgánica que son los virus, entonces, se estrecharon extraordinariamente los vínculos entre la botánica y la zoología; cuando se pudo esclarecer que la creación y la organización de los medios de producción preceden y provocan el desenvolvimiento y el cambio de las relaciones de distribución de los productos, dando lugar a una divergencia transitoria en su desarrollo, entonces, la economía quedó establecida como una ciencia unida internamente; y, cuando se ha logrado descubrir los orígenes sociales de la psicología individual y la acción recíproca que se ejerce entre ella y la sociedad, entonces, la psicología ha adquirido el rango de disciplina científica con unidad.

También hemos citado la falta de unidad que existe en la actualidad entre las teorías físicas que se refieren al comportamiento de las grandes masas celestes y las teorías físicas que

explican los procesos de las partículas elementales. En este caso concreto, no se ha logrado todavía esclarecer la unidad de la ciencia física. Semejante situación nos permite destacar el hecho de que la unidad de la ciencia —como correlato y como representación de la unidad de la existencia objetiva— es un problema científico que se presenta continuamente; no obstante que, también de una manera constante, va siendo resuelto con el progreso del conocimiento. Por otra parte, en este mismo caso podemos señalar tres factores importantes que permiten prever su solución para un futuro no muy remoto. En primer lugar, el hecho de que un buen número de físicos encamine sus actividades justamente hacia el propósito de resolver este problema.[14] En segundo lugar, la comprobación ya lograda de que en el dominio de los fenómenos de dimensiones comparables a las humanas se cumplen simultáneamente la teoría de la relatividad y las ecuaciones de la mecánica cuántica; o sea, que en el campo de las dimensiones medianas se particularizan las leyes del movimiento, tanto de las grandes masas como de las partículas elementales y, por consiguiente, que ambas teorías abarcan este campo en común. Finalmente, tenemos la certeza, adquirida a través de la historia de las ciencias y de la física en particular, de que la unidad de

[14] Entre otros, véanse los siguientes trabajos: *Albert Einstein, philosopher-scientist,* Ed. P. A. Schilpp, Evanston, Ill., The Library of Living Philosophers, 1949; E. Schroedinger, "Are there quantum jumps?", *The British Journal for the Philosophy of Science,* Vol. III, 1952, págs. 109-123 y 233-242; *Questions scientifiques, physique,* Paris, Les Editions de la Nouvelle Critique, 1952; L. Janossy, "The physical aspects of the wave-particle problem", *Acta Physica Hungarica,* 1, 1952, págs. 423-467; Albert Einstein, *The meaning of relativity,* Princeton, Princeton University Press, 1953; Louis de Broglie y Jean Pierre Vigier, *La physique quantique restera-t-elle indéterministe?,* Paris, Gauthier-Villars, 1953; Jean Pierre Vigier, *Structure des micro-objets dans l'interprétation causale de la théorie des quanta,* Paris, Gauthier-Villars, 1956; Louis de Broglie, *El problema de la interpretación causal y objetiva de la física cuántica,* México, Suplemento Núm. 4 del Seminario de Problemas Científicos y Filosóficos, Primera Serie, 1956; *Physique, quelques problèmes philosophiques,* Paris, Les Editions de la Nouvelle Critique, 1957; David Bohm, *Causalidad y azar en la física moderna*, México, U.N.A.M., 1959; M. E. Omelianovski y G. F. Drukarev, *Las relaciones de incertidumbre en la mecánica cuántica*, México, Suplemento Núm. 6 del Seminario de Problemas Científicos y Filosíficos, Segunda Serie, 1958.

una ciencia siempre acaba por rehacerse. Todo esto nos hace esperar que también dentro de la física contemporánea se habrán de llegar a descubrir, una vez más, los elementos necesarios para reconstruir su unidad.[15]

Con base en lo anterior, podemos advertir que en esta profundización del problema de la conexión entre los diferentes aspectos de la realidad objetiva es, justamente, en donde hallamos la clave de su solución. Porque, de la misma manera como se va resolviendo el problema de la unidad interna de cada ciencia, cuando se comprueba que los campos aparentemente diferentes son solamente aspectos distintos de un mismo dominio de la realidad objetiva; así también se verifican los enlaces que existen entre las diversas ciencias, poniendo al descubierto los vínculos que ligan estrechamente a los dominios de su estudio. De este modo, se han encontrado conexiones directas entre la matemática y la física, entre ésta y la astronomía y la química; de la astronomía con la geografía y la geología, de la química con la biología, de la economía con la historia y con la sociología; de esta última con la psicología, la antropología y la pedagogía, de la biología con la psicología; y, así, se han descubierto muchas otras relaciones recíprocas entre las ciencias. Por lo tanto, tenemos la comprobación creciente de que todas las ciencias se ocupan de estudiar una y la misma realidad objetiva; la cual se manifiesta en múltiples y variados aspectos. Esta objetividad de la existencia es la fuente inagotable del conocimiento y de la objetividad del conocimiento; y ella se muestra constantemente en la capacidad de la ciencia para descubrir al mundo exterior, para reflejarlo en la experiencia humana y para explicarlo racionalmente. Por lo demás, como el objeto particular de cada disciplina científica no es otra cosa que el objeto general —el universo existente— caracterizado desde el punto de vista de los aspectos específicos que dicha disciplina investiga, entonces, el ámbito de cada ciencia se ensancha indefinidamente y de manera continua, puesto que la variedad de los aspectos y de las conexiones activas del universo se multiplica sin cesar en el interminable curso de sus distintas manifestaciones.

[15] Un tratamiento más amplio y riguroso de este problema se encuentra en el libro del autor *Dialéctica de la física*, México, Editorial Grijalbo, 1978, págs. 11-31.

III. LAS LEYES DIALÉCTICAS

§ 11. El cambio y la contradicción

"Cuando sometemos al examen del pensamiento la naturaleza, o la historia humana, o nuestra propia actividad mental —dice Engels—, nos encontramos en primer lugar el cuadro de una trama infinita de relaciones, de acciones y reacciones, en el que nada permanece lo que era, ni cómo y dónde era, sino que todo se mueve, se transforma, deviene y desaparece. Esta imagen del universo, primitiva y simplista, pero realmente exacta y congruente con la existencia objetiva de los procesos, es la de los antiguos filósofos griegos y aparece expresada claramente, por vez primera, en Heráclito: todo es y no es, pues todo fluye, todo se haya sujeto a un movimiento constante de transformación, de incesante movimiento y caducidad".[1] Y, como prosigue Heráclito textualmente: "todas las cosas se cambian en fuego y el fuego se cambia en todas, como el oro por mercancías y las mercancías por oro"; y continúa: "no hay manera de bañarse dos veces en la misma corriente, que las cosas se disipan y de nuevo se reúnen, van hacia ser y se alejan de ser".[2] Además, junto con el movimiento del cambio, Heráclito expresa la indestructibilidad y la increabilidad del universo, cuando dice: "este mundo, el mismo para todos, no lo hizo ninguno de los dioses ni ninguno de los hombres, sino que fue desde siempre, es y será fuego siempre vivo que se enciende mesuradamente y mesuradamente se apaga".[3]

"La dialéctica —dice Hegel— consiste en concebir los contrarios como fundidos en una unidad, o a lo positivo como inma-

[1] *Anti-Dühring,* ed. cit.; Introducción, I. Generalidades, pág. 7.

[2] Heráclito, B 90 (22) y B 91 (41); utilizamos la traducción española de J. D. García Bacca en *Los presocráticos,* México, El Colegio de México, 1944, vol. II.

[3] Heráclito, B 30 (20).

nente de lo negativo." [4] Porque, si se considera al pensamiento por medio de la identidad sin contradicción, entonces se le considera al mismo tiempo como inmóvil y, en consecuencia, como trascendente al universo, en el cual todo es movimiento. Ahora bien, lo que la ciencia ha comprobado es justamente lo contrario: el pensamiento es inmanente al universo y, en su movimiento, refleja y expresa al movimiento del universo. Los conflictos internos del pensamiento corresponden, así, a las contradicciones objetivas de los procesos universales. Y, por lo tanto, la lógica representa la conexión inmediata del pensamiento con el contenido concreto de las manifestaciones de la existencia. En consecuencia, todo conocimiento, como forma de expresión de un proceso existente, exhibe una sucesión inacabable de contradicciones, en las cuales y por las cuales llega a ser determinado progresivamente. Porque, en rigor, "no hay nada en lo cual no se pueda y se deba mostrar la contradicción; es decir, las determinaciones opuestas; ya que un objeto sin contradicción no es sino una pura abstracción del entendimiento, por la cual se mantiene con violencia una sola de las determinaciones, en tanto que se oscurece en la conciencia la determinación opuesta, contenida en la primera".[5] La ley de la contradicción en los objetos existentes y entre ellos, es el fundamento primordial de la lógica científica. Con esta ley se expresa el conflicto entre opuestos que impera objetivamente en el universo entero. Porque la existencia se manifiesta en aspectos contradictorios que se excluyen mutuamente, y todos los procesos —de la naturaleza, de la sociedad y del pensamiento— están formados por elementos contradictorios y antagónicos. El desarrollo de estos procesos es una pugna entre contrarios que, finalmente, llegan a identificarse. Y es en esta lucha y por esta identificación que se produce el movimiento, los saltos bruscos, el desenvolvimiento gradual de los procesos y las interrupciones en este desarrollo, la transformación recíproca entre los polos opuestos, la destrucción de lo caduco y el surgimiento de lo nuevo.

[4] G. W. F. Hegel, *Ciencia de la lógica,* Buenos Aires, Librería Hachette, 1956; tomo I, pág. 74.

[5] Hegel, *Enciclopedia de las ciencias filosóficas,* Buenos Aires, Ediciones Libertad, 1944; *Lógica,* § 89, pág. 82.

El conflicto entre los contrarios se manifiesta de diversos modos. En primer término, toda determinación implica necesariamente la determinación de su opuesto; porque la existencia de un proceso implica ineludiblemente la existencia del proceso opuesto. Así, para comprender algo, es preciso distinguirlo de su opuesto, porque su existencia depende de la existencia de otras cosas, las cuales se engendran con ella en una relación de contradicción. Además, los opuestos polares siempre llegan a identificarse. Aun cuando en cierto momento dos propiedades aparezcan como excluyentes entre sí, no obstante, esta oposición radical se supera siempre en un momento posterior, en el cual se identifican las propiedades antagónicas por la coincidencia de sus características. Por otro lado, cada proceso concreto es una unidad de elementos contrapuestos. Porque toda manifestación particular de uno de estos elementos implica la relativa abstracción de los otros elementos, sin que por ello dejen de existir estos últimos. Así, cuando se acusa destacadamente la existencia de un elemento determinado, entonces ocurre sencillamente que el correspondiente elemento contrario está ocupando una posición relativamente secundaria y menos manifiesta. Pero, en tanto no se opere la transformación dialéctica que resuelve y supera la contradicción, no desaparece nunca alguno de los elementos contradictorios. Por consiguiente, cada proceso constituye el desarrollo continuo de un conflicto entre fuerzas, movimientos, impulsos, influencias o tendencias de sentido opuesto.[6]

Por lo tanto, en todo proceso se manifiesta objetivamente su existencia contradictoria. Más aún, las propiedades opuestas de un proceso son las que lo constituyen de una manera intrínseca; o sea, que la contradicción en los procesos y entre los procesos es la forma fundamental de su existencia objetiva. Por todo esto, en un sentido lógico estricto, las determinaciones contradictorias de un proceso —o bien, la determinación simultánea de procesos opuestos— no sólo pueden ser, sino que deben ser compatibles y verdaderas al mismo tiempo.[7] Tal como lo hemos

[6] V. J. McGill y W. T. Parry, "The unity of opposites: a dialectical principle"; en *Science and Society,* New York, vol. XII, Núm. 4, 1948, págs. 418-44.

[7] H. Selsam y H. K. Wells, "Dialectics transformed into its opposite", en *Science and Society,* New York, vol. XIII, Núm. 2, 1949, págs. 154-160.

expuesto, el universo es un conjunto infinito de procesos que se encuentran interconectados y que actúan recíprocamente unos sobre otros. Estos procesos se encuentran en un desarrollo incesante, tanto cada uno de ellos en lo particular como todos en conjunto. Y la causa de este desenvolvimiento radica en ellos mismos, consiste en sus contradicciones internas y en las oposiciones entre unos y otros procesos. Debido a este conflicto interno y a su contradicción externa es que los objetos existentes se mueven de diversas maneras y se transforman dentro de un desarrollo interminable. La contradicción interna es la causa básica del desenvolvimiento de un objeto; mientras que sus interconexiones y la interacción mutua con otros objetos, siempre en oposición, constituyen las causas secundarias de dicho desenvolvimiento. Entonces, las causas externas son la condición del cambio, en tanto que las causas internas forman las bases del cambio. De este modo las contradicciones externas se hacen operantes a través de las contradicciones internas y se manifiestan en la manera como condicionan a estas últimas.[8]

§ 12. Universalidad y particularidad de la contradicción

Es necesario considerar a la contradicción en sus dos manifestaciones: en su universalidad y en su particularidad. Aun cuando es justo advertir que ambos aspectos son, en rigor, indisolubles y que únicamente es posible separarlos de un modo abstracto. El problema de la universalidad de la contradicción significa, por un lado, que la contradicción existe en el proceso de desenvolvimiento de todos los objetos. Por otra parte, en el proceso de desarrollo de cada objeto existe un movimiento entre opuestos, desde el principio hasta el fin; y, a la vez, la dependencia recíproca y la lucha mutua entre los aspectos de la contradicción, determinan la existencia de los propios objetos e impulsan su desarrollo. Ahora bien, como la contradicción es la forma de existencia de los objetos, entonces, todas las diferencias entre los conceptos humanos deben ser consideradas como el reflejo de las contradicciones objetivas. Así, las contradicciones objetivas

[8] Mao Tse-tung, *Estudios Filosóficos,* México, Sociedad Mexicana de Amistad con China Popular, 1958, págs. 48-49.

reflejadas en el pensamiento subjetivo constituyen el movimiento entre opuestos de los conceptos, impulsando el desarrollo del pensamiento y resolviendo de manera incesante los problemas que surgen en el propio pensamiento. De esta manera, tanto en las formas simples del movimiento como en las más complejas, lo mismo en los fenómenos naturales que en los sociales, ya sea en los procesos objetivos o en los ideológicos, la contradicción tiene carácter universal.[9]

Ahora bien, la contradicción manifiesta su particularidad en cada una de las formas de movimiento de la existencia objetiva. Al examinar cada una de estas formas se llegan a descubrir las propiedades que tienen en común con las otras formas del movimiento y, a la vez, se descubren las diferencias cualitativas entre una y las otras formas del movimiento. De este modo, la ciencia logra determinar cómo cada forma de movimiento contiene, dentro de sí misma, su propia contradicción particular. Esta contradicción particular constituye, en las condiciones concretas en que se muestra cada objeto, la cualidad peculiar que lo distingue de los otros objetos. Tal manifestación de la contradicción es la causa interna y el fundamento de la multitud de diferencias existentes entre los objetos. Así, cada uno de los procesos de la naturaleza, de la sociedad y del pensamiento es la existencia particular de una forma de movimiento, con su contradicción peculiar y su cualidad distintiva. Además, dentro del conocimiento científico no solamente es necesario estudiar la contradicción peculiar y la cualidad determinada por ella en cada objeto, sino que también es indispensable investigar la forma que adopta dicha contradicción en cada una de las etapas, dentro del curso del desarrollo del objeto. Porque, en todos los procesos, cada una de las fases de su desenvolvimiento es cualitativamente diferente. Entonces, para poner al descubierto la particularidad de la contradicción, lo mismo que su variación en el desarrollo del proceso, es indispensable desentrañar la particularidad de cada uno de los aspectos de la contradicción que constituye a tal proceso, a lo largo de su curso. De otra manera es imposible descubrir y determinar la cualidad peculiar de un proceso.[10]

[9] Mao-Tse-tung, *op. cit.*, págs. 52-54.
[10] Mao Tse-tung, *op. cit.*, págs. 55-60.

Un proceso contiene muchas contradicciones dentro de su desenvolvimiento; ya que cada proceso es extremadamente complejo, por simple que parezca mostrarse en un momento dado. Y no sólo se trata de que cada una de sus contradicciones tiene su propia particularidad, sin que sea posible tratarlas de una manera uniforme e inflexible; sino que, también, los dos aspectos de cada contradicción tienen sus características propias, y tampoco a ellas se les puede considerar como uniformes o rígidas. Por ello, la ciencia no se limita a comprender la particularidad de cada una de las contradicciones, sino que se empeña en estudiar los diversos aspectos de cada contradicción, como único medio de llegar a comprenderlas todas y cada una de ellas. Entender cada uno de los aspectos de una contradicción, es entender la posición definida que ocupa cada uno, las formas concretas de su relación de dependencia mutua y de contradicción con su opuesto y las maneras como lucha con éste; todo ello, tanto en las diversas fases del desenvolvimiento de la contradicción, cuando los dos aspectos se mantienen recíprocamente dependientes, como en el momento en el cual su coexistencia se hace insostenible y la contradicción se encuentra en el trance de su solución. En el curso del desarrollo de un proceso, la contradicción fundamental y la cualidad primordial que esta contradicción determina en el proceso, no desaparecen hasta en tanto que el proceso no se completa; o sea, hasta el momento en el cual se produce la transformación dialéctica del proceso. Pero, en cambio, las otras contradicciones difieren con frecuencia de una etapa a otra, durante todo el desenvolvimiento del proceso. Esto se debe a que la contradicción fundamental, aun cuando asume formas diferentes, muestra una intensificación creciente en el curso del proceso. Mientras que las numerosas contradicciones, grandes y pequeñas, determinadas o influidas por la contradicción fundamental, algunas se hacen más violentas, otras se resuelven transitoriamente o de un modo parcial, o bien se mitigan y dan lugar al surgimiento de nuevas contradicciones. Por ello, es necesario estudiar la particularidad de todas las contradicciones de un proceso, examinándolas en su interconexión y en su conjunto, lo mismo que cada uno de sus aspectos, en todas las fases del desenvolvimiento del proceso.[11]

[11] Mao Tse-tung, *op. cit.*, págs. 60-66.

Entre las muchas contradicciones existentes en un proceso, sólo una de ellas es la contradicción principal, la que ocupa la posición fundamental y decisiva, mientras que el resto de las contradicciones ocupa una posición secundaria y subordinada. La existencia y el desenvolvimiento de esta contradicción principal determinan e influyen la existencia y el desarrollo de las otras contradicciones del mismo proceso. Por otra parte, en una contradicción, ya sea principal o secundaria, tampoco podemos tratar sus dos aspectos en un plano de igualdad. Porque en toda contradicción, y en todo momento, el desarrollo de sus aspectos contradictorios es desigual. Algunas veces parece establecerse un equilibrio entre los opuestos; pero se trata únicamente de una situación transitoria y relativa, ya que la relación fundamental es de desigualdad. Entre los dos aspectos contradictorios, uno ocupa siempre la posición principal y el otro se encuentra en una situación secundaria. La cualidad de un proceso está determinada primordialmente, en cada momento, por el aspecto principal de la contradicción, es decir, por el aspecto que ocupa en tal momento la posición dominante. Sin embargo, esta situación no es permanente, ya que el aspecto principal y el aspecto secundario de una contradicción se transforman mutuamente. Así, en un cierto proceso, o en una etapa del desarrollo de una contradicción, tendremos el predominio de un aspecto y la subordinación del otro; pero, en otra etapa del desarrollo, o en otro proceso de la misma clase, nos encontramos con la inversión de esta relación, porque ambos aspectos habrán trocado su posición. A más de esto, debido a la amplitud del campo de acción de los procesos y a lo ilimitado de su desarrollo, lo que en un caso es universalidad, en otro caso se convierte en particularidad. A la vez, lo que en determinadas condiciones es particularidad, se transforma en universalidad en condiciones distintas. Todavía más, como la universalidad y la particularidad de la contradicción son inherentes a los procesos, entonces, la universalidad existe en la particularidad y, recíprocamente, la particularidad en la universalidad. En rigor, la relación entre la universalidad de la contradicción y la particularidad de la contradicción es la conexión entre el carácter común y el carácter individual de las contradicciones. Por su carácter común, la contradicción existe en todos los procesos y se manifiesta a

través del desenvolvimiento de todos los procesos, desde su comienzo hasta su término. Al propio tiempo, este carácter común se encuentra contenido en todos los caracteres individuales, ya que sin carácter individual no puede haber carácter común. En consecuencia, la particularidad de una contradicción se manifiesta en sus caracteres individuales. Y, por ello, las características individuales son relativas, existen de una manera condicional y siempre son transitorias.[12] Entonces, concluimos que esta ley de la universalidad y la particularidad de la contradicción, de la primacía de una contradicción sobre las otras contradicciones de un mismo proceso, del predominio relativo de uno de los aspectos de cada contradicción, de la naturaleza absoluta y la naturaleza relativa de la contradicción, de su carácter común y su carácter individual, es el fundamento primordial de la contradicción en los procesos y entre los procesos.

§ 13. Cualidad y cantidad, continuidad y discontinuidad

El conocimiento de un proceso comienza por la acción de alguna manifestación de su existencia. Primero, su existencia se muestra en una indiferenciación absoluta, en su forma más simple, como idéntica a sí misma. Esta mera existencia es también mera abstracción y, por consiguiente, es activamente negativa, como existencia indeterminada. Porque tanto la existencia de un proceso como su indeterminación, constituyen una contradicción en desarrollo, una pugna entre opuestos; la cual lleva justamente, en su desenvolvimiento, a la determinación del proceso en la manifestación de su existencia. El resultado es la contradicción superada, la existencia con su determinación; es decir, el conocimiento del proceso como una forma determinada de su existencia. Entonces, el proceso en su devenir queda expresado en la forma de uno de sus momentos.[13] Esta existencia, en tanto que es determinada de manera simple e inmediata, es la cualidad. La cualidad es la existencia determinada como manera de existir. Los procesos existentes manifiestan su cualidad activamente

12 Mao Tse-tung, *op. cit.*, págs. 72-81.
13 Hegel, *Enciclopedia,* ed. cit., *Lógica,* § 86 a 89, págs. 77-82.

y, por lo tanto, la precisión de su manifestación es determinación cualitativa. Entonces, lo que permite distinguir al proceso de modo inmediato, es la precisión cualitativa de su existencia. En otras palabras, la determinación cualitativa de un proceso es la expresión cognoscitiva de su existencia definida.[14]

La existencia de un proceso se determina distinguiéndolo negativamente por cualidades que le son ajenas, e identificándolo con otros procesos en la coincidencia de una cualidad propia. De esta manera se unifica al proceso con otros procesos, constituyéndolo en elemento de una clase común. Con la clase así formada se establece la separación entre un grupo de procesos y todos los demás, sin excepción; o sea, dicho de otro modo, que se precisa la oposición entre los procesos que muestran la cualidad determinada y los procesos que no la manifiestan. Entonces, aun cuando sea sólo de manera relativa y abstracta, se tiene dividido al universo en dos clases: una clase positiva, en la cual queda contenido el proceso determinado cualitativamente; y una clase negativa, integrada por el resto de los procesos existentes. Ahora bien, la precisión en la determinación cualitativa de un proceso acaba por llevar, ineludiblemente, a su consideración cuantitativa. Después de identificar a un proceso consigo mismo, distinguiéndolo negativamente de los demás y unificándolo con otros, surge la necesidad de avanzar en su conocimiento, determinándolo cuantitativamente. En la coincidencia de su cualidad común, el proceso se diferencia de los otros miembros de la clase únicamente por su cantidad; esto es, por la magnitud en que posee la cualidad ya determinada. La determinación cuantitativa provoca, por lo tanto, una nueva división relativa entre los procesos del universo, al constituirse una clase determinada con mayor precisión. Por una parte, se agrupan los procesos que poseen la cualidad determinada en la misma cantidad que la tiene el proceso en cuestión y, por otro lado, quedan los demás procesos, ya sea que tengan esa misma cualidad en distinta cantidad o que no posean tal cualidad. Por lo tanto, se establece otra separación abstracta y relativa, en dos clases: una clase positiva, que incluye el proceso determinado cualitativa y

[14] Hegel, *Ciencia de la lógica,* ed. cit., tomo I, págs. 101, 141, 144 y 159.

cuantitativamente; y una clase negativa, formada por todos los elementos de la clase negativa anterior y por los miembros restantes de la primera clase positiva. De esta manera se hace más penetrante la determinación del proceso, identificándolo con otros procesos coincidentes en la misma cantidad de su cualidad y diferenciándolo negativamente de las cualidades y cantidades que le son extrañas. Más adelante, la determinación cuantitativa también muestra su insuficiencia, cuando en el interior de la clase positiva se acusan diferencias respecto a otra cualidad, contradiciendo la conexión unitaria establecida. Entonces se hace necesario practicar una nueva precisión cualitativa, constituyendo con ella una clase nueva, integrada por los procesos que se identifican en cuanto a la segunda cualidad determinada. Luego, se presentará la necesidad de establecer otra determinación cuantitativa en el seno de esta clase nueva; después, se mostrarán otras diferencias cualitativas dentro de la relación cuantitativa; y así sucesivamente, en una alternación sin término entre cualidad y cantidad, se va profundizando y enriqueciendo el conocimiento del proceso en estudio.

Ahora bien, por la determinación cualitativa se caracteriza a los procesos de tal manera que siempre es posible dividirlos continuamente, sin que por ello se alteren sus componentes. Cada una de las partes del proceso dividido sigue siendo cualitativamente idéntica a todas las demás y a cualquier agrupamiento de ellas. En cambio, la cantidad constituye una determinación por la cual una unidad cualitativa se descompone en partes discretas que, así, resultan ser cuantificables. Tales porciones mantienen su identidad cualitativa, pero son diferentes por su cantidad; bien porque son desiguales o porque, siendo iguales, constituyen elementos separados, o sea, trozos discretos establecidos en el seno de la continuidad. Por esto es que, en tanto que la cualidad es una síntesis de la continuidad, la cantidad es, por lo contrario, la unidad de la discontinuidad. Sin embargo, la continuidad de un proceso siempre es relativa. Únicamente se mantiene dentro de ciertos límites, que pueden descubrirse en cada caso concreto. Cuando se rebasan estas fronteras, se rompe la continuidad existente dentro del intervalo determinado del proceso. Pero este quebrantamiento de la continuidad sólo se produce para dar paso a una nueva continuidad,

la cual mostrará después sus límites correspondientes. Esto ocurre en el curso de todas las manifestaciones de un proceso; y lo mismo acontece para todos los procesos del universo. De este modo, cada proceso existente se compone de una sucesión de intervalos continuos, separados entre sí por límites definidos. Y, en rigor, cada proceso se manifiesta simultáneamente en ambos aspectos contradictorios: como continuo y, a la vez, como discontinuo. Por otra parte, la continuidad es uno de los modos como se manifiesta la infinitud del universo: como una totalidad única e indisoluble en la cual se realizan transformaciones incesantes. Al propio tiempo, el universo es susceptible de diferenciación en un número infinito de momentos o de aspectos finitos y, en consecuencia, se muestra como discontinuo. Entonces, por su distinción como discreto se determina separadamente a cada proceso; mientras que, por medio de su continuidad, se descubren las conexiones que lo ligan a los otros procesos. Continuidad y discontinuidad son, por lo tanto, momentos distinguibles, pero no distintos, de la unidad inseparable del todo. La continuidad es el curso de cambios continuos de los momentos discontinuos reunidos en estrecha unidad. A su vez, la discreción consiste en la separación relativa de los elementos continuos, dentro del desarrollo del proceso.

§ 14. Transformación recíproca entre cualidad y cantidad

Los procesos del universo se encuentran sujetos a una agregación y una sustracción continuas, respecto a la magnitud de cada una de sus cualidades. No obstante, este cambio no constituye una disipación, ni tampoco una generación absoluta; puesto que la variación es relativa entre unos procesos y otros, mientras que, en el seno de la totalidad del universo se mantiene constante la cantidad. Por lo tanto, una misma cualidad se manifiesta en cantidades diferentes, tanto de un proceso a otro como en el curso de un mismo proceso. En tal caso, la cualidad se muestra indiferente a su variación cuantitativa y se mantiene invariable ante ella. Sin embargo, esta invariancia no se sostiene para todo cambio cuantitativo, ni en el sentido del crecimiento ni tampoco para la disminución. Es decir, que la permanencia de

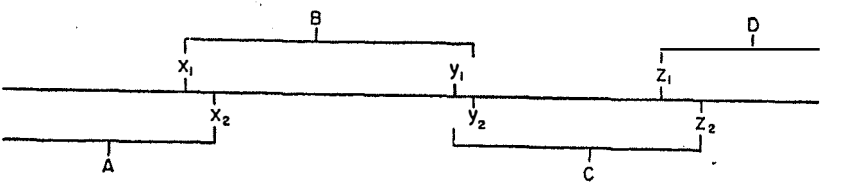
una cualidad sólo existe dentro de ciertos límites de su variación cuantitativa y es relativa a ellos. En consecuencia, cuando la cantidad crece o decrece hasta alcanzar uno de estos límites, entonces, se produce un cambio en la cualidad. Así, al ser traspuesto el límite correspondiente desaparece una cualidad determinada y, en su lugar, el proceso adquiere una cualidad distinta. En otras palabras: la variación cuantitativa se transforma en un cambio cualitativo.[15]

El fin de una cualidad corresponde, entonces, al principio de otra cualidad. En las entrañas mismas de la cualidad vieja se engendra la nueva cualidad, en contradicción con la primera. La nueva cualidad no está contenida en la primera cualidad en cualquier magnitud de ésta, sino que se produce a partir del momento en que se acumula o se pierde una cierta cantidad de ella. A partir de este momento, la nueva cualidad se desarrolla rápidamente, en lucha con la cualidad anterior, hasta que se manifiesta bruscamente como una propiedad diferente, en una forma distinta de existencia, con la consiguiente desaparición de la vieja cualidad. En algunos casos, la transformación cualitativa resultante de la variación en la cantidad tiene un carácter extremo, y el propio proceso deja de existir para dar nacimiento a un proceso diferente. Entonces, se trata de la conversión de un proceso en otro proceso. En todo caso, ya se trate de una nueva cualidad o de un proceso nuevo, el producto de la transformación cualitativa de la cantidad vuelve a quedar sujeto a la permanencia relativa de sus propiedades y al cambio brusco de ellas, debido a su variación cuantitativa; y esto de una manera sucesiva e interminable.

La cualidad se encuentra limitada, entonces, por una frontera superior y otra inferior, existiendo solamente dentro del intervalo cuantitativo definido por estos puntos críticos. En general, el alcance del límite superior de la cantidad produce un cambio cualitativo diferente al que ocurre cuando se rebasa el límite inferior. Además, una vez traspuesto el límite superior, éste se convierte en frontera inferior de un nuevo intervalo de variación cuantitativa, con la consiguiente permanencia relativa de la nueva cualidad y su condicionamiento a un límite superior diferente.

[15] Hegel, *Ciencia de la lógica,* ed. cit., tomo I, págs. 471 y sig.

Asimismo, el rebasamiento del límite inferior conduce a otro intervalo en el cual la cantidad varía entre dicho límite —convertido en límite superior— y otra frontera inferior. Y, como esta conexión entre intervalos de variación cuantitativa no se agota en general, resulta que toda frontera es, a la vez, superior e inferior, condicionando a dos intervalos sucesivos. Es más, por medio de la variación continua de la cantidad se puede pasar, en ambos sentidos, de un intervalo de constancia cualitativa al intervalo siguiente o al posterior, provocando la transformación brusca de la cualidad. De este modo, un proceso puede recorrer un tramo de varios intervalos en un sentido, para regresar después un tramo menor y luego avanzar de nuevo varios intervalos, sólo para retroceder más adelante y, así, ininterrumpidamente. En todo caso, de un intervalo a otro se acusará la existencia del límite correspondiente, por la transformación brusca que se operará en el proceso. Pero, estos límites que separan y unen a los intervalos no son enteramente fijos, sino que dependen del sentido en el cual tenga lugar la variación cuantitativa que produce la conversión brusca de la cualidad. Por lo tanto, cuando un proceso traspasa un límite superior en su crecimiento cuantitativo, este punto crítico tendrá un valor más elevado que el valor que es necesario alcanzar para producir la transformación inversa, es decir, cuando la variación se realiza en sentido contrario, por decrecimiento. Así, el límite entre dos intervalos tiene un valor más bajo en cuanto límite inferior y un valor más alto en cuanto límite superior. O sea, que una misma frontera tiene dos valores diferentes, respecto a los intervalos sucesivos que divide y conecta. Esta característica se puede representar gráficamente de la siguiente manera:



Aquí tenemos representados por entero a los intervalos *B* y *C* y, parcialmente, a los intervalos *A* y *D*. El límite inferior de *B*

es x_1, mientras que el límite superior del intervalo contiguo, A, es x_2. Igualmente, la frontera superior de B es y_2, en tanto que la frontera inferior de C es y_1; y, por último, la frontera superior de C es z_2, mientras que el límite inferior del intervalo siguiente, D, es z_1.

Entonces, la cualidad característica del intervalo A se mantiene hasta que la cantidad supera el valor x_2. Por su parte, la cualidad peculiar de B permanece mientras la cantidad no es inferior a x_1, o superior a y_2. La cualidad distintiva de C no se altera, en tanto que la variación cuantitativa no traspone el valor de y_1, o el de z_2. Y la cualidad propia de D no cambia hasta que la cantidad llega a ser inferior a z_1. Por lo tanto, el intervalo B tiene un tramo en común con el intervalo anterior A, comprendido entre x_1 y x_2, y coincide en otro tramo con el intervalo siguiente C, entre y_1 y y_2. Y esto mismo ocurre para todo intervalo. En consecuencia, los límites entre los intervalos están constituidos también por un cierto intervalo, y no por un solo punto. Dentro de estos intervalos críticos, a una misma cantidad le corresponden dos cualidades diferentes, según el sentido en el cual venga ocurriendo la variación cuantitativa y las condiciones de esta variación. Ya que puede suceder, por ejemplo, que partiendo de una cierta cantidad comprendida entre x_2 y y_1, se inicie un decrecimiento cuantitativo hasta otra cantidad incluida entre x_2 y x_1, y luego, a partir de esta última, crezca la cantidad hasta un punto inferior a x_2. En tales condiciones, el proceso tendrá la cualidad característica de B, y no la de A; aun cuando la variación cuantitativa sea en el sentido del crecimiento y x_2 sea el límite superior del intervalo A.

Por otra parte, lo que sucede con la cantidad ocurre asimismo con la cualidad, de manera recíproca. A la variación cualitativa le corresponde también una permanencia relativa de la cantidad, hasta que se llega a un punto nodal en el cual se modifica bruscamente la cantidad. Así, puede variar la cualidad sin que cambie la cantidad, dentro de intervalos sucesivos, definidos por límites bien determinados en cada caso. Estos límites tampoco son fijos, sino que dependen del sentido y de las condiciones en que tiene lugar la variación cualitativa. Por consiguiente, los intervalos de permanencia de la cantidad se encuentran conectados también por intervalos de coincidencia

entre dos cantidades distintas. De esta manera, a la transformación brusca de la cualidad, debida a la variación continua de la cantidad, corresponde recíprocamente la conversión discontinua de la cantidad, causada por la variación gradual de la cualidad. Ahora bien, los límites entre los intervalos de variación continua, ya sea de cualidad o de cantidad, se desplazan dentro de un intervalo en el cual se acusa la discontinuidad, para unir dos intervalos de continuidad. De este modo, la sucesión de intervalos muestra la relatividad de lo continuo y de lo discontinuo. Porque la continuidad se mantiene dentro de intervalos discretos y, a su vez, la discontinuidad se manifiesta en una serie de elementos continuos. Al mismo tiempo, en esta conversión mutua de cantidad y cualidad se pone al descubierto la relación que existe entre el desenvolvimiento gradual y el desarrollo a saltos de los procesos. Por una parte, la cantidad se acumula en un proceso, o se transfiere a otros procesos, de un modo continuo; pero sólo para dar lugar a la transformación brusca de la cualidad determinada por esa cantidad. Análogamente, la variación continua en su forma cualitativa también llega al extremo, ya sea por defecto o por exceso, de provocar la conversión repentina de una cantidad en otra. En realidad, estas transformaciones nunca se presentan simplemente, ya que en los procesos objetivos se acusa una interrelación muy compleja entre cantidad y cualidad y una influencia mutua en sus cambios. Además, tampoco se tiene la variación aislada de una cualidad, sino el cambio simultáneo de varias propiedades y la modificación cuantitativa en diversas formas. Por otro lado, la transformación recíproca de cualidad en cantidad no ocurre únicamente en el interior de los procesos, sino también entre los procesos. Y, como consecuencia, hay cambios cualitativos en los cuales se mantiene invariable la cantidad, considerando a un grupo de procesos en su conjunto; pero, entonces existe transferencia entre unos procesos y otros, mientras unos pierden cierta cantidad de una cualidad, los otros reciben cantidades correspondientes de otra cualidad.

Se tiene, por lo tanto, una desproporción en los cambios entre cualidad y cantidad, la cual se encuentra señalada por los nodos de transformación brusca. Y esta desproporción se agudiza por la estrecha conexión existente entre las diferentes cua-

lidades y las distintas cantidades que varían dentro de un mismo proceso y entre unos y otros procesos. Esta activa relación mutua hace que las conversiones presenten una gama infinita de variabilidad. A más de esto, la interrelación de las variaciones entre cualidades y cantidades tiene como consecuencia que los intervalos de conexión en que se desplazan los puntos críticos de separación, estén formados por intervalos más pequeños de discontinuidad, los cuales corresponden a los diferentes órdenes de variación que se encuentran conjugados. Entonces, un intervalo cualquiera de variación continua no solamente coincide con un tramo de intervalo anterior y con otro tramo del intervalo siguiente, sino que tiene otros muchos tramos en común, con todos aquellos intervalos en los cuales se encuentra conectado en diferentes series. Por lo tanto, en cada tramo de un intervalo continuo tienen que ser determinadas las diversas series de variación con las cuales tiene conexión, lo mismo que el sentido de la variación y las condiciones en que ocurre. De esta manera, en cada uno de los tramos de un intervalo continuo se tiene el caso de que el proceso puede poseer una cualidad y su contraria, dependiendo del sentido y de las condiciones en que se efectúe la variación. Con esto se pone de relieve cómo en la transformación recíproca entre cantidad y cualidad, existe ya la interpretación de los opuestos contradictorios, así sea en una forma rudimentaria.

§ 15. Interpenetración de los opuestos

"Una y la misma cosa son: viviente y muerto, despierto y dormido, joven y viejo; sólo que al invertirse unas cosas resultan las otras y, a su vez, al invertirse esotras resultan las otras", dice Heráclito, y agrega, "lo distendido vuelve a equilibrio; de equilibrio en tensión se hace bellísimo coajuste, que todas las cosas se engendran de discordia".[16] Y no solamente es la discordia quien engendra a las cosas, sino que las propias cosas son discordantes en sí mismas. Todo proceso encierra en sí contradicciones internas, las cuales representan la lucha y, a la vez, la uni-

[16] Heráclito, B 88 (78) y B 8 (46).

dad de los elementos opuestos que constituyen al proceso. Los aspectos contradictorios tienden mutuamente a excluirse, luchan entre sí y se oponen recíprocamente. A su vez, las diversas parejas de elementos contradictorios contenidas en un proceso, también se oponen unas a las otras, luchan por dominar a las otras y tratan de excluirlas. Igualmente, los distintos procesos combaten entre sí, se oponen mutuamente y tienden a su exclusión recíproca. De esta manera están formados y así se comportan todos los procesos de la naturaleza, lo mismo que los procesos creados por el hombre en su sociedad y en su pensamiento; y por ello todos los procesos del universo son impulsados al movimiento y al cambio incesantes.

Los dos aspectos de cada una de las contradicciones de un proceso tienen mutuamente como supuesto de su existencia al aspecto opuesto y ambos coexisten en la unidad del proceso. Ningún aspecto puede existir aislado, porque su contradictorio constituye la condición fundamental de su existencia. Por una parte, los elementos contrarios se oponen entre sí y, por otro lado, se encuentran interconectados, interpenetrados, conjugados y en interdependencia. Tal es la relación de identidad existente entre los opuestos.[17] La contradicción está condicionada por la acción mutua entre ambos aspectos. Por lo tanto, la interconexión de los opuestos existe únicamente en su separación y, a la vez, su unidad sólo existe en su oposición.[18] Además de tender mutuamente a su exclusión y de encontrarse recíprocamente penetrados, los opuestos muestran siempre el impulso de transformarse en sus contradictorios, de transferirse a la posición antagónica. Como ya lo hemos expuesto, en cada contradicción y en un momento determinado de su desarrollo, uno de los elementos opuestos asume la posición principal y dominante, respecto del otro elemento. Pero, en otro momento, cuando se alteran las condiciones de la contradicción, la relación cambia y, entonces, el primer elemento pasa a ocupar la posición subordinada y secundaria. Pues bien, esta trasposición

[17] Mao Tse-tung, *op. cit.*, pág. 81.

[18] Engels, *Dialéctica de la naturaleza,* Buenos Aires, Editorial Problemas, 1947; Naturaleza general de la dialéctica como ciencia, págs. 38 y siguientes.

produce una transformación recíproca entre los elementos contradictorios, de tal modo que algunas de las características de un elemento se transfieren a su opuesto y, a la vez, en aquel elemento surgen ciertas cualidades que antes caracterizaban al otro. Así, la conversión mutua entre los opuestos representa otro aspecto de su identidad.

"La dialéctica", dice Lenin, "es la ciencia que descubre cómo pueden interpenetrarse los opuestos y cómo se hacen idénticos (cómo cambian y llegan a conjugarse) —bajo cuáles condiciones se transforman unos en otros y vienen a coincidir".[19] Entonces, es preciso descubrir y examinar las condiciones que son necesarias, en cada caso, para que se produzca la interpenetración de los opuestos. Porque, mientras no se cumplan esas condiciones necesarias, no puede establecerse la identidad entre los contradictorios. Ahora bien, cada proceso, como unidad constituida por opuestos, acaba por producir una nueva unidad también formada por contrarios y, entonces, del primer proceso surge un nuevo proceso: termina el proceso viejo y se inicia el nuevo. A su vez, la contradicción contenida en el nuevo proceso inicia la historia de su propio desenvolvimiento. Por lo tanto, la sustitución de lo viejo por lo nuevo es otra ley fundamental, inviolable, del universo. Todo proceso contiene la contradicción entre su aspecto nuevo y su aspecto antiguo y, por ello, el proceso se mantiene constantemente en lucha consigo mismo. Como resultado de esta lucha, el aspecto nuevo crece y se desarrolla, pasando por una serie de triunfos y derrotas, de avances y retrocesos, hasta llegar a convertirse en el factor dominante; mientras que el aspecto viejo decae y mengua, hasta mostrarse como un factor encaminado a su extinción. Y, en el momento en que el aspecto nuevo conquista la posición dominante dentro de la contradicción principal, entonces, la cualidad del elemento antiguo se convierte en cualidad del elemento nuevo. Por ello, cuando el elemento nuevo asume la posición principal también cambia, en consecuencia, la cualidad peculiar del proceso; o sea, que el proceso antiguo inicia su desaparición para transformarse en un nuevo proceso.[20]

[19] Lenin, *Cahiers philosophiques,* Paris, Editions Sociales, 1955, página 90.

[20] Mao Tse-tung, *op. cit.,* págs. 75-76.

"La unidad —coincidencia, identidad, resultante— de los opuestos es condicional, temporal, transitoria, relativa. [En cambio] la lucha de los opuestos mutuamente excluyentes es absoluta, tal como el desarrollo y el movimiento son absolutos." [21] La estabilidad de los procesos es relativa, pero la mutabilidad manifiesta en la transformación de unos procesos en otros es absoluta. El desarrollo de los procesos asume dos formas principales: la forma del reposo relativo y la forma del cambio manifiesto. Ambas formas tienen su causa en la lucha entre los dos factores contradictorios contenidos en un mismo proceso. Cuando el desenvolvimiento se muestra en la primera forma, está ocurriendo solamente un cambio cuantitativo, pero no cualitativo —o, a la inversa, una variación cualitativa sin modificación de la cantidad— y, en consecuencia, el proceso se encuentra en estado de reposo aparente. Cuando el desarrollo asume la segunda forma, es que la variación cuantitativa o cualitativa de la primera forma ya ha alcanzado cierto punto crítico y, por consiguiente, se manifiesta como un estado de cambio brusco y visible en el proceso. Por lo demás, los procesos están pasando sin cesar de una variación de la primera forma a un cambio de la segunda forma, con el cual se inicia otra variación del primer tipo. Por su parte, la lucha entre los opuestos existe en ambas formas y alcanza su solución en el segundo tipo de cambio, para convertirse en otro conflicto entre opuestos diferentes. Por ello es que la unidad de los contrarios es condicional, temporal y relativa, mientras que la lucha entre los opuestos es absoluta en su continuo cambio.

La contradicción, en su relación y en su conflicto con la unidad que constituye, se manifiesta concretamente como diferencia y como diferenciación; después, como transcurso de un término de la oposición al otro, es decir, como contradicción en desarrollo y en alternación; más tarde, como antagonismo o contradicción exasperada; y, finalmente, como incompatibilidad en trance de resolución y de superación.[22] Toda contradicción empieza por ser incluyente, en tanto que muestra la coexistencia

[21] Lenin, "En torno a la cuestión de la dialéctica"; en *Marx, Engels y el marxismo,* Moscú, Ediciones en Lenguas Extranjeras, 1947, pág. 307.
[22] Lefebvre, *Le matérialisme dialectique,* ed. cit., págs. 19 y sig.

de los opuestos en lucha; pero acaba por ser excluyente, en cuanto desemboca en un antagonismo insostenible entre los elementos que la constituyen. El momento final de una contradicción, cuando ésta alcanza su mayor profundidad, es al mismo tiempo el momento en que se produce su cancelación. En tal momento, la contradicción se resuelve convirtiéndose en una contradicción diferente; y, cuando se trata de la contradicción principal de un proceso, entonces, termina este proceso y en su lugar surge un nuevo proceso. La solución no es, por lo tanto, la desaparición abstracta de la contradicción, sino la conjugación real de los contrarios en el extremo de su oposición y de su lucha, para formar una nueva unidad concreta. Y esta nueva unidad, surgida de la superación de la contradicción anterior es, asimismo, otra contradicción. "El desdoblamiento de la unidad y el conocimiento de sus partes contradictorias es la *esencia* de la dialéctica." Para la lógica, la interpenetración de los opuestos constituye una ley general por medio de la cual se refleja el comportamiento objetivo de los procesos existentes. Una vez conocida y determinada, esta ley sirve de base para "el descubrimiento de elementos contradictorios que se excluyen mutuamente, de tendencias antagónicas en todos los fenómenos y procesos del universo; entre ellos, también los del espíritu y los de la sociedad".[23] Esta identificación y penetración de los contrarios, y la superación consiguiente de su oposición, es la expresión de una forma fundamental de la existencia de los procesos. De este modo se realiza su continuo desenvolvimiento y, también, ocurre el surgimiento de nuevos procesos y la desaparición de los procesos caducos.

§ 16. Negación de la negación

Como reproducción de la existencia objetiva y en correlación con ésta, todo pensamiento, todo conocimiento y toda filosofía —incluso aquella que opta exclusivamente por uno de los términos y se empeña en reducir y excluir al otro— se desarrolla siempre entre contradicciones. Porque el avance y el enriquecimiento de una determinación se logra por su negacion y en

[23] Lenin, "En torno a la cuestión de la dialéctica".

su superación, dando lugar a la producción de un nuevo momento del pensamiento —el cual corresponde y refleja, dentro del pensamiento científico, a un nuevo momento de la existencia— justamente porque la contradicción se desenvuelve y acaba por llegar a su solución. Tanto el movimiento del contenido objetivo, como el de su forma de expresión en el pensamiento, ocurre como devenir entre los términos en oposición, comprendiendo a cada uno de ellos en la variación de su nivel de desarrollo y de su posición y al conflicto de su negación recíproca; hasta que, finalmente, el propio devenir hace desaparecer la oposición, disolviéndola y creando algo nuevo como solución de la contradicción. Esta solución es el resultado de la negación de la contradicción y engendra, por la negación que es inherente a toda existencia, una nueva oposición que, a su vez, sigue su propio devenir. Por ello, tanto en la existencia como en el pensamiento de la existencia, la negación es creadora, pues es la causa y la razón del movimiento y es su expresión viva.[24]

El fundamento de la evolución de los procesos existentes es su contradicción interna y el desenvolvimiento de esta contradicción. Por ello, en el conocimiento, el devenir de la oposición es lo que permite determinar y entender la transición de un proceso a su opuesto y el aniquilamiento de lo anterior como condición para el surgimiento de lo nuevo. Esta característica de la evolución penetra en todos los dominios científicos y es la base de sus determinaciones; pero, su reconocimiento no se ha obtenido por el camino de la filosofía hegeliana, sino que se ha impuesto como un descubrimiento objetivo, como un resultado reiterado de la experimentación y como una explicación concluyente del desarrollo teórico de los resultados experimentales. La evolución "es un desarrollo que repite en cierto modo las etapas ya recorridas, pero que las recorre en otra forma y en un nivel superior —como 'negación de la negación'—, en un desarrollo en espiral, por decirlo así, y no en línea recta. Es un desenvolvimiento en forma de saltos, de catástrofes, de revoluciones, por ruptura de la continuidad, por transformación de la cantidad en cualidad, como impulsión interna del desarrollo provocado por el conflicto de las contradicciones, de las fuerzas

[24] Lefebvre, *Le matérialisme dialectique*, ed. cit., págs. 11-13.

y de las tendencias divergentes que actúan sobre un proceso determinado, o dentro de los límites de un fenómeno concreto, o en el seno de una sociedad definida; por interdependencia y concatenación estrecha e inseparable de *todos* los aspectos de cada uno de los fenómenos —en los cuales la historia descubre sin cesar nuevos aspectos—, por la interrelación que produce el proceso único y universal del movimiento regido por leyes que le son inmanentes; tales son algunos de los rasgos de la dialéctica, en lo que concierne a la teoría de la evolución".[25]

Como dice Spinoza, *"omnis determinatio est negatio"*;[26] sólo que no se trata únicamente de establecer la determinación como negativa, sino de tomarla en su movimiento, como un momento en el desarrollo que lleva después a la cancelación de esa negación, con el establecimiento de una determinación superior. Hegel expresa el desarrollo de la negación hasta su extremo, como transcurso de lo relativo abstracto a lo concreto absoluto, de la siguiente manera: "Lo que determina la progresión del concepto es lo *negativo* que él contiene... esto es lo que constituye la verdadera dialéctica... [pero] la negación en general debe ser distinguida de la segunda negación, que es la negación de la negación, la cual es la negatividad concreta absoluta, del mismo modo que la primera es la negatividad abstracta".[27] La primera negación prepara y hace posible a la segunda; pero esta última, la negación de la negación, disuelve y supera a la primera y, a la vez, se la apropia. Porque la cancelación de la negación constituye el momento en el cual se muestra el resultado del movimiento; aun cuando este momento es sólo el comienzo de un nuevo desenvolvimiento que, siempre por negación y por disolución de la negación, conducirá a una nueva transformación en un plano más elevado y, así, en forma sucesiva e inagotable.[28] "El progreso científico consiste en reco-

[25] Lenin, "Carlos Marx"; incluido en *Marx, Engels y el marxismo,* ed. cit., págs. 9-47.

[26] Citado por Engels, *Anti-Dühring,* ed. cit., Sección Primera, XIII. Negación de la negación, pág. 145; y también por Lenin, *Cahiers philosophiques,* ed. cit., pág. 89.

[27] *Ciencia de la lógica,* ed. cit., tomo I, págs. 73 y 150.

[28] Engels, *Anti-Dühring,* ed. cit., Sección Primera, XIII. Negación de la negación, págs. 144-146.

nocer la proposición lógica según la cual lo negativo es, al mismo tiempo, lo positivo; o que esto que es contradictorio, apunta solamente a la negación de su contenido particular; o bien, que tal negación no es la negación de todo, sino sólo de una cosa determinada y que, en consecuencia, el resultado contiene esencialmente aquello que se produce en tanto que es resultado... Al propio tiempo que el resultado de la negación es una negación definida y precisa, ella posee un contenido. Se trata de un concepto nuevo, más rico que el precedente y superior a él. En efecto, se enriquece con la negación de éste, de su contrario y, por consecuencia, lo contiene; pero contiene algo más, ya que es la unidad de sí mismo y de su contrario." [29]

Por todo esto, tenemos que la negación de la negación surge como resultado del desarrollo de las contradicciones existentes y es, por lo tanto, un momento en el curso de la unidad de sus elementos opuestos. Constituye una etapa transitoria en el desenvolvimiento del proceso que prepara y produce la siguiente fase, ya que denota la resolución de la contradicción, por su cancelación y su superación. Y conduce, como transición activa, a una nueva unidad de contrarios, en la cual quedan contenidos los opuestos anteriores y su conflicto. En consecuencia, la ley dialéctica de la negación de la negación no consiste en la trivialidad de negar doblemente una afirmación, para volver al mismo punto de partida y en el mismo nivel. Por lo contrario, representa la negación completa de ambos aspectos opuestos y de la negación que los separa y los enlaza. De aquí que la negación de la negación sólo lleve al punto de partida en tanto que lo incluye como elemento inferior, entre los varios elementos que integran la nueva unidad. Sin embargo, tampoco la consideración abstracta de la negación de la negación puede servir para predeterminar, en cada proceso concreto, al contenido objetivo de la segunda negación. Porque los principios dialécticos, por sí solos, no suministran la solución de los problemas concretos del conocimiento; sino que, al par que se les utiliza, es indispensable efectuar la investigación específica en cada caso, apegándose estrictamente a las manifestaciones objetivas del proceso existente.

[29] Hegel, *Ciencia de la lógica,* ed. cit., tomo I, pág. 71.

§ 17. La categoría de práctica

Los cambios que ocurren en los procesos exteriores producen un reflejo activo en la conciencia humana. La acción más elemental que ejerce la existencia exterior sobre el hombre, provoca una reacción definida, en la forma de actividad humana sobre el exterior. Esta actividad, al influir sobre el curso de los procesos exteriores, permite comprobar la verdad de las reflexiones surgidas en las anteriores acciones ejercidas por los procesos exteriores. La actividad práctica del hombre provoca, entonces, la modificación de las condiciones en las cuales se producen los procesos objetivos. Por medio de ella se amplía la experiencia y se penetra en aquellas cualidades de los procesos que no se muestran de un modo aparente. De esta manera, la actividad humana sobre el universo es la fuente del conocimiento, el instrumento principal de la investigación científica y el medio de su comprobación. Porque, si bien es cierto que la investigación de la ciencia se desarrolla igualmente en la dimensión teórica, también es innegable que la teoría es un producto de la actividad práctica; ya que parte directamente de sus resultados y conduce reiteradamente a la propia práctica, tanto para comprobar la validez de sus conclusiones como para encontrar aplicación en otros conocimientos y en el amplio dominio de la técnica.

Es a través de su actividad práctica como el hombre se sitúa en el universo. Este conocimiento que obtiene de su situación le permite moverse y comportarse de manera apropiada en el seno del universo, del cual forma parte, participando en su actividad con propósitos definidos. La base misma del conocimiento, como acción recíproca entre el sujeto cognoscente y el objeto cognoscible, se encuentra en la actividad práctica. Porque es en la actividad práctica considerada en su conjunto, como actividad social, en donde se establece la unidad entre los procesos exteriores y el sujeto humano colectivo, unidad que es imprescindible para el conocimiento científico. En esta actividad, el hombre descubre y determina las manifestaciones del universo y, lo que es más, provoca la producción de otras manifestaciones que, a su vez, inducen a nuevas acciones humanas y éstas, por su parte, llevan a nuevos descubrimientos y, así, de manera constante y en suce-

sión interminable. Por lo tanto, en la práctica se expresa el movimiento objetivo del pensamiento y, con ella, el pensamiento no solamente refleja el movimiento de la existencia exterior, sino que actúa sobre esta existencia. Por medio de esta actividad es que son descubiertas las leyes inmanentes de los procesos universales, las cuales se expresan como categorías del conocimiento. Su descubrimiento se logra como resultado del análisis concreto a que se someten las manifestaciones del universo, del examen riguroso de sus reflejos activos en la conciencia humana y del estudio penetrante de las consecuencias que se producen al ser sujetadas a la prueba de la práctica. Así, la certeza de todo desarrollo racional radica en su confirmación por la práctica. Aun en el caso de las abstracciones extremosas y de las estructuras aparentemente arbitrarias que se construyen en la matemática, la prueba de su certeza y de su consistencia interna se encuentra, en último término, en su aplicabilidad a los procesos objetivos. Por lo tanto, la práctica no es solamente el procedimiento para descubrir las categorías del conocimiento, sino que ella misma es una categoría: la práctica es categoría fundamental del conocimiento en su conjunto.

A través de la práctica, el mundo objetivo se refleja activamente en el conocimiento y crea la acción que anula la separación relativa entre la existencia y el conocimiento de ella. La sensación, como actividad provocada y como provocadora de acción, disuelve la oposición abstracta entre el mundo y el hombre, superándola. Como medio del conocimiento, la sensación es la conexión real del objeto existente con el sujeto activo, que son sus términos componentes inseparables. Esta conexión se desarrolla y se amplía al unirse a otras relaciones y al conjugarse con los conceptos que las expresan racionalmente, hasta sintetizarse ella misma en la forma de concepto; pero sólo para mostrarse después como una nueva modalidad de la actividad práctica consciente. En la eficaz interacción que establece entre el hombre y el resto del universo, la práctica adapta la naturaleza a las necesidades humanas y, en su acción recíproca incesante, crea nuevas necesidades que enriquecen la naturaleza humana. El hombre conoce en tanto y en la medida en que entra en relación con los procesos exteriores y en que, por su actividad, cambia al mundo. De este modo, el hombre crea continuamente su

historia; porque, desarrollando su actividad práctica, el hombre se produce a sí mismo como autor y consecuencia, a un tiempo, de los cambios que realiza en las condiciones de su existencia. Y por lo tanto, la práctica hace comprender al hombre en su manifestación más profunda y peculiar: como resultado de su propio trabajo.

Otra propiedad muy importante de la actividad práctica es su carácter social. La sociedad produce al hombre y es producida por el hombre, a través de su actividad práctica. Por la práctica social, el objeto —que originalmente es el término dominante en la contradicción entre sujeto y objeto— es sometido gradualmente por el sujeto activo. El sujeto supera su subjetividad y el objeto su objetividad indiferente, en una acción recíproca que se resuelve en la práctica social. El propio conocimiento científico se acusa como la suma y el producto de la práctica social acumulada. En cada época histórica, tanto la orientación de la investigación como los problemas abordados y las explicaciones que se proponen para resolverlos se encuentran conectados con los problemas sociales planteados prácticamente en esa época y, además, acaban por ser sometidos a prueba en los esfuerzos que se realizan para encontrar solución a dichos problemas sociales. De este modo, los problemas fundamentales de la ciencia, en cada momento de su desenvolvimiento histórico, reflejan y representan a los problemas de la práctica social. Por lo tanto, la práctica social comprende las complejas relaciones existentes entre los hombres y respecto a cada hombre consigo mismo, en la integración de su conciencia, en la creación y la satisfacción de sus necesidades, en el desenvolvimiento de sus instituciones políticas y sociales, en su desarrollo artístico y científico, en una palabra, en todo el progreso histórico de la humanidad.

La actividad práctica es el criterio objetivo de la verdad. A través de ella, y sólo por ella, es posible determinar la conformidad entre el desenvolvimiento racional de la explicación científica y el desarrollo objetivo de los procesos naturales y sociales. El hombre no conoce al universo como un objeto exclusivo del pensamiento, sino como resultado de la conjugación de la oposición entre su actividad y la acción de los procesos exteriores. En la medida en que descubre cómo producir proce-

sos y cómo puede cambiarlos de acuerdo con sus propósitos, es más profundo el conocimiento que tiene de dichos procesos. Cuando aprende a valerse de las fuerzas exteriores para producir una cosa, ésta se le hace comprensible, deja de ser desconocida para pasar a ser conocida y, en rigor, de 'cosa en sí' se convierte en 'cosa para el hombre'. Todavía más, es precisamente la alteración de los procesos existentes, y no sólo la existencia objetiva de ellos, lo que constituye la base primordial e inmediata del pensamiento humano; y es en la medida en que el hombre ha aprendido a cambiar estos procesos, como se ha acrecentado su inteligencia y se ha desarrollado su pensamiento.[30] Por lo tanto, la prueba crucial acerca de la verdad del conocimiento obtenido sobre la realidad objetiva, se encuentra en la actividad práctica. El desenvolvimiento de la ciencia en su integridad incluye su verificación reiterada en la práctica, porque no se conoce y no se comprende sino haciendo; y, en todo caso, para determinar a un proceso, y aun para descubrirlo, se necesita ejercer una acción sobre él, trabando un contacto dinámico y recíproco.

Existen dos formas fundamentales de los procesos objetivos: la actividad de la naturaleza y la actividad práctica del hombre. Ambas formas se encuentran en conexión recíproca. Los objetivos y fines que el hombre se propone son creados por el mundo objetivo y lo incluyen como condición indispensable para su realización; aun cuando puedan parecer ajenos e independientes a dicho mundo objetivo en algunos casos de ilusión. Los propios problemas del conocimiento se producen en la práctica y conducen a la práctica. La actividad práctica se desarrolla como conocimiento teórico, únicamente para volver a la actividad práctica realizada en un nivel de verificación y de aplicación. Por lo tanto, el conocimiento es la unidad activa del desarrollo teórico y de la práctica. Pero "la práctica supera al desarrollo teórico; porque, además de poseer el rango de la universalidad, comprende a la realidad inmediata, directa y concreta".[31] Por todo esto es que la categoría de práctica constituye la primera y la última de las categorías del conocimiento y, también, que

[30] Engels, *Dialéctica de la naturaleza,* ed. cit., Dialéctica y ciencia, págs. 189-190.

[31] Lenin, *Cahiers philosophiques,* ed. cit., pág. 175.

las otras categorías son resultados de la interacción entre los procesos exteriores y la actividad humana en el seno de la existencia universal, para servir al hombre en la práctica.

Apéndice I

Contradicción y falta de contradicción

En la lógica formal se considera como 'principio lógico supremo' a la falta de contradicción. Ante dos juicios opuestos, el principio afirma que no pueden ser verdaderos simultáneamente y que, por lo tanto, uno de ellos es necesariamente falso. Por consiguiente, un juicio autocontradictorio, en el cual se establezca que '*A* es *B* y no-*B*', es necesariamente falso. Es decir, que un proceso no puede tener, a la vez, en las mismas condiciones y en el mismo momento, dos cualidades opuestas. Sin embargo, la investigación científica ha conducido a la negación de este principio, en lo que respecta al carácter absoluto que se le atribuía. Porque, por un lado, los descubrimientos científicos han demostrado que los procesos existentes nunca permanecen siendo los mismos, sino que se transforman continuamente en otros, poniendo de manifiesto su alteridad; y, en consecuencia, su determinación en el conocimiento tiene que reproducir esta conversión contradictoria. Por otra parte, la ciencia exhibe la validez relativa que tiene la falta de contradicción, en cuanto se considera a los procesos como estables relativamente, es decir, cuando se les toma en un nivel ya alcanzado dentro de su variación, en el cual los nuevos cambios ocurridos no sean todavía tan acusados como para producir una nueva cualidad en el proceso. Entonces, la falta de contradicción sirve para evitar confusiones entre el proceso en curso de determinación y los otros procesos y, a la vez, impide el establecimiento de juicios autocontradictorios abstractos, basados en un mero automatismo formal de la dialéctica.

Pero la indagación científica ha puesto al descubierto, sobre todo, el hecho de que el principio de la falta de contradicción no constituye, en modo alguno, el criterio para decidir acerca de la verdad o de la compatibilidad de un juicio o de un conjunto de juicios. Por lo contrario, ha puesto en claro que el único

criterio necesario y suficiente para juzgar acerca de la compatibilidad y de la verdad del conocimiento consiste en su correspondencia con los procesos existentes, la cual se comprueba por medio de la práctica. Así, por ejemplo, el juicio de que 'la materia es continua y discreta' —que resulta autocontradictorio desde el punto de vista formal y que, por lo tanto, es incompatible en sí mismo y carece de validez— es, sin embargo, la expresión definida de uno de los conocimientos más profundos que la ciencia ha alcanzado acerca de las formas de existencia del universo. En el carácter autocontradictorio de este juicio se refleja la existencia objetivamente contradictoria de la materia y, en consecuencia, desde el punto de vista más riguroso de la lógica dialéctica, es enteramente compatible y verdadero, dentro del máximo grado de aproximación logrado por la determinación científica.

Para la ciencia contemporánea, el llamado 'principio de la no-contradicción' se ha transformado, justamente, en su opuesto contradictorio. La condición de la falta de contradicción ha dejado de ser operante en lo fundamental, convirtiéndose en la ley de la presencia de la contradicción, la cual se cumple universalmente en las ciencias naturales, en las sociales y en la lógica. Todo proceso existente es contradictorio en sí mismo. La contraposición continua entre los opuestos y su unificación en formas superiores, es una forma universal de la existencia. Así, por ejemplo, en la evolución de los organismos se puede considerar a la herencia como el lado positivo y conservador, en tanto que se considere a la adaptación como el lado negativo, que destruye continuamente lo heredado. Pero también es posible considerar que la adaptación es la actividad creadora, activa y positiva; y que, en cambio, la herencia sea la actividad resistente, pasiva y negativa. Sólo que, del mismo modo que en la historia se acostumbra definir al progreso como la negación de lo existente, también aquí, y por razones puramente prácticas, es la adaptación la que se considera como actividad negativa.[32] Por lo tanto, la conclusión que se debe destacar es el reconocimiento de que "el organismo y las condiciones necesarias para su vida constitu-

[32] Engels, *Dialéctica de la naturaleza,* ed. cit., Dialéctica y ciencia, págs. 228-229.

yen un todo único", en donde "la herencia representa la propiedad de dicho organismo de requerir determinadas condiciones para su vida y su desarrollo y de reaccionar de una manera determinada ante unas y otras condiciones". Pero, al mismo tiempo, se tiene como contradicción de la herencia a la adaptación, que, no obstante, forma con ella una unidad indisoluble. Y, por la adaptación, no sólo adquiere el organismo caracteres y propiedades no heredadas, sino que incluso las hace susceptibles de ser transmitidas a su descendencia, en una proporción que "dependerá del grado en que las sustancias de la parte modificada se incluyan en el proceso general que lleva a la formación de las células reproductoras sexuales o vegetativas".[33]

Apéndice II

Disyunción y síntesis

De acuerdo con el 'principio lógico supremo' del tercero excluido, la lógica formal considera que dos juicios que se contradicen no pueden ser simultáneamente falsos y que, por lo tanto, basta con reconocer la falsedad de uno para que se pueda afirmar, sin mayor averiguación, la verdad del otro. Además, este mismo 'principio' afirma que, entre dos propiedades contradictorias, todo objeto debe tener necesariamente una de ellas. Por lo tanto, entre dos conceptos cualesquiera se tiene sólo una alternativa o su relación es positiva o es negativa, sin que sea posible intentar siquiera otra salida. Lo único que no pretende resolver la consideración del tercero excluido es la decisión acerca de cuál de los dos juicios posibles es el verdadero y cuál es el falso. Esquemáticamente, se puede representar como una disyunción contradictoria: *A* es necesariamente *B* o no-*B*. Así, el fundamento formal de este principio se tiene, como en el caso de los otros 'principios lógicos supremos' en la concepción de la lógica como un sistema rígido, en el cual todos y cada uno de sus elementos funcionan de una manera determinada previamente en absoluto, en tal forma que sus relaciones son completamente unívocas

[33] T. D. Lisenko, *Informe acerca de la situación en las ciencias biológicas,* Moscú, Ediciones en Lenguas Extranjeras, 1949, págs. 16, 29 y 32.

e inmutables. Por otro lado, como dice Hegel, "la proposición de 'exclusión de tercero' es la proposición formal que quiere rechazar de sí la contradicción y, al hacer esto, incurre precisamente en contradicción. A debe ser $+A$ o $-A$, con lo cual ya se está introduciendo el tercer término, A, que no es ni $+$, ni $-$, y que, por lo mismo, es puesto tanto como $+A$ que como $-A$".[34]

También en este aspecto de la exclusión de tercero, la investigación científica de la lógica ha venido a poner al descubierto la variabilidad de las relaciones judicativas entre los conceptos; tanto por la incesante transformación dialéctica que es inmanente a los procesos del universo y a sus conexiones, como por el progreso que continuamente logra el conocimiento en la determinación de esos procesos. A más de esto, el 'principio de exclusión de tercero' expresa el carácter bivalente de la lógica formal, ya que ésta únicamente admite dos valores posibles para el conocimiento: la completa falsedad o la verdad absoluta. En cambio, en el dominio científico nos encontramos con que el conocimiento sólo puede ser comprobado de una manera relativa y finita. Aun tratándose de un conocimiento que haya sido verificado sin excepción en todos los experimentos realizados, siempre habrá otros muchísimos casos —aquellos que todavía no ocurren— en los cuales se tendrá que someter a prueba después. Entonces, el conocimiento científico comprobado ya no es falso, pero tampoco es absolutamente verdadero. Por consiguiente, la lógica científica no es bivalente sino que, por lo menos, es trivalente; puesto que admite otro valor entre la falsedad absoluta y la completa verdad. Pero, como la comprobación del conocimiento se logra con diferentes grados de aproximación en cada caso y, además, esta aproximación crece con el avance y la penetración de la investigación, tenemos que, en rigor, la lógica de la ciencia es polivalente; para incluir la infinidad de valores comprendidos entre la falsedad completa y la verdad absoluta.

En su consideración dialéctica, el principio del tercero excluido ha cesado de significar una condición de cumplimiento universal; para venir a encontrar su aplicación dentro de ciertos límites que es posible definir con precisión en cada caso. Por

[34] Hegel, *Enciclopedia*, ed. cit., *Lógica*, § 119, pág. 99.

su validez limitada, se aplica como condición en niveles relativamente estables del conocimiento y para evitar confusiones en la deducción o el establecimiento de contradicciones sin sentido objetivo. Pero lo que sí ha descartado por completo la ciencia contemporánea es el considerar a la exclusión de tercero como un criterio para decidir acerca de la verdad o de la falsedad de un juicio, o de un conjunto de juicios. Porque, en todo caso y sin excepción, el único criterio válido, que es a la vez necesario y suficiente para verificar el conocimiento, se encuentra en su concordancia con la objetividad de los procesos existentes, y esta concordancia solamente se prueba en la actividad práctica. Así, por ejemplo, la física contemporánea ha llegado a la conclusión de que 'la luz es corpuscular' y, al mismo tiempo, se ha visto compelida a reconocer también que 'la luz es una perturbación ondulatoria'. De acuerdo con la lógica formal, la comprobación de la verdad de uno de estos juicios implica la falsedad del otro, y viceversa; y, no obstante, la física ha podido comprobar la verdad simultánea de ambos. Encontrándose en contradicción radical, en estos dos juicios se refleja la existencia objetivamente contradictoria de la luz y, por consiguiente, ambos son enteramente compatibles y verdaderos, dentro del rigor de la lógica dialéctica.

Tal como lo afirma Heisenberg, "las teorías modernas no han nacido de ideas que fueran introducidas, por decirlo así, desde afuera al interior de las ciencias naturales exactas; más bien, fueron impuestas a la investigación por la naturaleza, al intentar agotar consecuentemente hasta su final el programa de la física clásica".[35] Esta imposición se puso en claro con los resultados obtenidos en unos experimentos sumamente precisos, entre los cuales se han hecho clásicos los famosos experimentos de Michelson y Morley. El aparato utilizado se construyó con fundamento en la interferencia de la luz, con gran ingenio y exactitud, para tratar de probar la acción del movimiento de la tierra sobre la velocidad de la luz. Pero el resultado que produjo fue, sin embargo, completamente negativo y sirvió justamente como pun-

[35] W. Heisenberg, "La transformación de los principios de la ciencia natural exacta"; en *Revista de Occidente,* Madrid, Año XII, núm. CXXXVIII, diciembre de 1934, págs. 277-301.

to de partida para comprobar lo contrario, o sea, la invariancia de la velocidad de la luz y su carácter peculiar de ser la máxima velocidad existente en el universo. Así, se puso de manifiesto que carece de sentido el considerar a dos acontecimientos como simultáneos, a menos que tengan lugar en posiciones espaciales contiguas. Y, con esto, se destruyó la separación absoluta que se hacía entre el tiempo y el espacio; y, dentro del tiempo mismo, se superó la separación que se hacía distinguiendo al pasado del futuro, como contradicción separada por el presente instantáneo. Antes, se decía que un acontecimiento había pasado cuando era posible ponerlo de manifiesto experimentalmente; en cambio, se llamaba futuro al acontecimiento en cuyo transcurso todavía no se podía intervenir, aun cuando fuera como mera posibilidad; y el presente venía a ser el instante infinitamente breve que separaba al futuro del pasado. Se tenía, por lo tanto, la consideración de dos propiedades temporales contradictorias, en donde, no obstante, tampoco se cumplía la exclusión de tercero. Pero lo que se ha venido a comprobar experimental y teóricamente, de acuerdo con lo expuesto antes, es que el presente es un intervalo pequeño pero finito, cuya duración depende de la distancia a que se encuentra el observador que trata de diferenciar entre pasado y futuro, del lugar en el cual ocurren los acontecimientos cuyo transcurso observa. O sea, que el presente es el aspecto del tiempo en donde los acontecimientos no son pasados ni futuros y, también, es en el presente en donde se acusa la característica temporal de que los acontecimientos sean simultáneamente pasados y futuros.[36]

[36] Heisenberg, *op. cit.*

IV. LAS FUNCIONES LÓGICAS

§ 18. Tesis, antítesis y síntesis

El proceso del conocimiento se rige internamente por ciertas funciones lógicas primarias, cuya validez radica en que han sido extraídas del propio curso del desenvolvimiento cognoscitivo y se comprueban reiteradamente en éste. Estas funciones elementales integran a las funciones más complejas y en ellas se acusa con claridad, tal como en el sistema entero de la lógica, la estrecha y activa conexión existente entre todos los procesos objetivos. En consecuencia, dentro del movimiento interno del pensamiento, las funciones se derivan unas de otras, se subordinan unas a las otras y se desarrollan en formas superiores, a partir de las formas elementales. Desde luego, en cada proceso lógico podemos distinguir tres momentos que son inseparables y se encuentran contenidos, simultáneamente, en todas las construcciones racionales y en toda experiencia. Además, estos momentos se vuelven a presentar cíclicamente en el desarrollo del conocimiento; pero, con la característica de que cada ciclo constituye una elevación sobre el plano en que se realizó la fase anterior. Estos tres momentos de recurrencia en constante superación son: la tesis, la antítesis y la síntesis. En primer término, la tesis es la consumación de una determinación rígida y diferenciada de las otras, como producto limitado en el cual se unifica la concepción de aquello que se encontraba separado unilateralmente. En este momento de la determinación, como tesis simplemente establecida, los procesos son entendidos abstractamente, porque se les considera en y por sí mismos, sin referencia a los demás. El conocimiento incluye únicamente, entonces, las relaciones internas e inmediatas que los procesos muestran en su objetividad. Por lo tanto, esta determinación representa la mayor abstracción, puesto que se basa en la consideración de los procesos en su aislamiento, sin tener en cuenta la conexión con su exterioridad.[1]

[1] Hegel, *Enciclopedia,* ed. cit., *Lógica,* § 79, pág. 73.

El momento dialéctico de la tesis tiende, por necesidad, a suprimirse como determinación para dar lugar a su momento opuesto. La determinación aislada del proceso, sin relación con los otros procesos, no se mantiene; por lo contrario, se niega y se contradice, engendra su antítesis. Entonces, en el conocimiento se opera un proceso de reflexión negativamente racional, que consiste en ir más allá de la determinación aislada, considerando al proceso en su relación con los demás. Pero esta reflexión se resuelve, a su vez, en la expresión de la unilateralidad y de la limitación de las determinaciones separadas. El conocimiento se enriquece, así, por la negación de su limitación, con la precisión de las relaciones externas e inmediatas que los procesos muestran en la actividad de su existencia. No obstante, en esta determinación negativa no se supera todavía a la primera determinación, ya que simplemente se contrapone lo interno del proceso con su exterioridad. En cambio, en el tercer momento se produce la unidad de las determinaciones, en su oposición y con su oposición. La elevación del conocimiento conjuga a las determinaciones opuestas y a su contradicción en una unidad nueva y superior, en una síntesis afirmativa. Así se logra lo afirmativo en su solución y en su superación. El movimiento dialéctico del conocimiento alcanza la síntesis como un resultado positivo porque posee un contenido objetivo; es decir, porque no es un proceso abstracto y vacío, sino que es la negación de ciertas determinaciones resultantes de la experimentación. De esta manera, el conocimiento, a la vez que sigue siendo algo pensado y abstracto, es también algo concreto; ya que no es una unidad simplemente formal, sino la unificación de diversas determinaciones de la existencia del universo.[2]

Ahora bien, toda síntesis acaba por mostrar su carácter limitado y, por ello, se constituye en una nueva tesis. Como tal tesis, la síntesis tiene también su aspecto de abstracción y de aislamiento y, por consiguiente, se ve compelida a engendrar, como negación de sí misma, su propia antítesis. Entonces, comienza otra vez el desarrollo del conflicto y el crecimiento de la contradicción, hasta que se logra la constitución de una síntesis más elevada. Pero, como la determinación se sigue superando constantemente en su

[2] Hegel, *Enciclopedia,* ed. cit., *Lógica,* § 79 a 83, págs. 73 y sig.

desarrollo, el conocimiento se enriquece y se amplía sin cesar. Al propio tiempo, por este desenvolvimiento se advierte cómo la tesis, la antítesis y la síntesis son momentos inseparables e intercambiables del proceso cognoscitivo, de tal manera que cada determinación es un producto histórico de este proceso y, a la vez, es por sí misma el punto de partida para nuevas determinaciones.[3]

§ 19. Determinación, conexión y acción recíproca

La cognoscibilidad del universo en su totalidad es la condición objetiva indispensable que hace posible la determinación. En sentido estricto, conocer es determinar. Lo que es indeterminado en la naturaleza y en la sociedad muestra el aspecto relativo de tal indeterminación, puesto que resulta ser determinable por completo y, de hecho, se determina cada vez más ampliamente, y en forma más penetrante, con el desenvolvimiento del conocimiento. Lo indeterminado es, por consiguiente, un momento relativo del proceso existente colocado en el trance de ser objeto del conocimiento, en cuyo avance se tiene un transcurso continuo en el cual lo desconocido pasa a ser conocido y lo conocido de un modo llega a conocerse de manera distinta. En rigor, lo indeterminado nunca llega a convertirse en absolutamente determinado; del mismo modo como tampoco es ya indeterminado en absoluto, a partir del momento de su descubrimiento. Indeterminación y determinación son los términos opuestos de la función determinativa y, en consecuencia, están conectados recíprocamente de la manera más estrecha y activa. Lo indeterminado en un momento se hace susceptible de determinación en otro momento y muestra una nueva indeterminación más adelante. Al mismo tiempo, la nueva indeterminación contenida en lo existente, al ponerse de manifiesto, plantea el problema de lograr una determinación más penetrante. Entonces, existe un curso permanente de la existencia indeterminada a su determinación cognoscitiva y, de ésta, al descubrimiento de nuevas manifestaciones del universo, transitoriamente indeterminadas.

[3] Hegel, *Enciclopedia,* ed. cit., *Lógica,* § 82, pág. 74.

En la consideración del universo en movimiento y en transformación incesantes, se destaca con claridad la conexión existente entre unos procesos y otros. En rigor, cada proceso se encuentra conectado con todos los demás; ya sea de un modo directo, por contigüidad, o indirectamente, por intermedio de otros procesos. La relación entre los procesos es, además, múltiple y polimorfa. Asimismo, en cada proceso existe interdependencia y conexión íntima entre todos y cada uno de sus aspectos y elementos; y esta conexión interna es la que produce la unidad del proceso. A la vez, la conexión universal entre los procesos y en el interior de los procesos es una relación activa. Los movimientos y los cambios de cada proceso influyen en los cambios y los movimientos de los otros procesos y, a su vez, reciben la influencia de ellos. Esta acción recíproca es una causalidad recíproca entre los procesos, que se condicionan mutuamente. Así, la causa produce el efecto; pero, al propio tiempo, el efecto no es pasivo sino que actúa, a su vez, sobre la causa. De esta manera, existe una transferencia continua y recíproca entre causa y efecto. Y, en consecuencia, toda acción es simultáneamente efecto y causa, en sus múltiples relaciones con otras acciones.

Tal como lo expresa Hegel y lo confirma la ciencia de nuestro tiempo, la acción recíproca es la verdadera *causa final* de todos los procesos. Por lo tanto, determinando las formas del movimiento del universo y las relaciones activas entre ellas, se conoce al propio universo en su mayor objetividad. Al mismo tiempo, partiendo de la acción recíproca universal es como se puede llegar a determinar, con rigor, la conexión de causalidad. Porque, considerando a los procesos en su relativa separación, dentro de su interconexión general, es como se destacan los cambios de movimiento y las transformaciones en donde algunos de ellos se muestran como causa y otros como efecto.[4] La conexión y la acción recíproca se expresan en el orden y en la regularidad del universo, constituyendo el sentido originario de la concepción del universo como un cosmos, o sea, como un todo ordenado y articulado en su actividad, la cual está regulada por leyes inmanentes. Por su parte, la causalidad es una expre-

[4] Engels, *Dialéctica de la naturaleza,* ed. cit., Dialéctica y ciencia, págs. 191-192.

sión de la acción recíproca universal. Porque, cuando se considera a los procesos en su conexión general, en su articulación activa dentro del conjunto del universo, entonces, las causas y los efectos se convierten mutuamente y cambian continuamente su posición relativa. La causalidad es así un esquema sistemático que sirve para explicar las relaciones activas entre los procesos objetivos, justamente porque es un resultado de la determinación de estos mismos procesos. Y, como todas las funciones lógicas, la causalidad representa una síntesis de los conocimientos logrados, cuyo contenido objetivo lo constituyen las manifestaciones de la conexión universal.

§ 20. Constancia, variación y transformación

El conocimiento científico se plantea la exigencia de lo permanente, como fundamento para toda variación y apoyo para su determinabilidad. Entonces, la ciencia busca determinaciones primarias que se mantengan constantes; pero no las indaga en entidades metafísicas, ni tampoco en la sustancialización de los conceptos, sino que se empeña en descubrirlas dentro de la actividad de los procesos existentes. Estas relaciones que se muestran constantes son postuladas como invariables para el conocimiento, durante cierto tiempo, hasta que se amplía el dominio de la experiencia científica y los nuevos descubrimientos logrados imponen su sustitución por otras. Pero es ineludible el contar con tales determinaciones constantes para poder conocer a la naturaleza y a la sociedad; porque la permanencia infinita de la existencia universal se expresa en la constancia de sus resultados comprobados. Esta persistencia la encontramos, aun cuando de un modo relativo, en todas las formas de existencia y en todas sus correspondientes expresiones cognoscitivas. En la matemática, las reglas de operación y las funciones se mantienen constantes, aunque implican justamente las condiciones y la relación del cambio de sus elementos integrantes. En la física, sus leyes generales contienen constantes de cumplimiento universal. La mayoría de los isótopos de los elementos químicos son estables dentro de las condiciones terrestres actuales, y lo mismo ocurre con una buena parte de las moléculas de las sustancias com-

puestas. En los organismos vivos, todas sus funciones muestran la tendencia a conservar constantes las condiciones de la vida en el medio interno. En la psicología, las reacciones que producen los estímulos exteriores tienden a estabilizarse en la forma de actos reflejos. En la historia de la sociedad nos encontramos con el cumplimiento de leyes que gobiernan constantemente su desarrollo. En fin, por todas partes, la existencia universal muestra claramente, como uno de sus aspectos intrínsecos, la tendencia a conservar las variadas formas en que se manifiesta.

Sin embargo, las formas de existencia acaban siempre por cambiar. Todo aquello que se conserva, sólo permanece en el cumplimiento de su legalidad, que es precisamente la relación de su cambio. Las propias determinaciones constantes no son otra cosa que las variables de la función que enlaza a unas formas de existencia con otras. Cambio y permanencia son así aspectos diferentes de la existencia universal, que se encuentran unidos indisolublemente. Lo que se manifiesta como permanente, en ciertas condiciones y dentro de ciertos límites, se muestra como variable para otro momento de su existencia; y, recíprocamente, la variación misma manifiesta la propiedad de conservarse. En consecuencia, el conocimiento científico descubre y determina, justamente, la invariancia de las relaciones del cambio entre los procesos existentes y dentro de ellos. De esta manera, la única constancia absoluta es la existencia del universo, en variación y en transformación continuas. En cada proceso objetivo en particular, la constancia de su variación acaba por provocar su transformación, como una síntesis en la cual se interpenetran estos aspectos opuestos de variación y constancia. Así, en las funciones matemáticas se expresan las relaciones de variación constante entre los términos que las constituyen. En la física, la constancia fundamental se localiza actualmente en la conversión mutua entre masa y energía, que se encuentran indisolublemente ligadas en todas las formas materiales de la existencia. Entre los elementos químicos, además de los muchos isótopos inestables que se encuentran en trance de convertirse radiactivamente en átomos de otros elementos, los propios isótopos estables se hacen radiactivos cuando se perturban sus condiciones naturales de existencia; y en cuanto a las sustancias compuestas, todas ellas son inestables, ya sea de manera natural o mediante algún

artificio humano. En los organismos vivos, la herencia de sus caracteres representa la tendencia a la conservación de la especie, mientras que la adaptación al medio impone el cambio de dichos caracteres y la adquisición de otros; y, como resultado, la evolución de las especies señala la interpenetración y la conjugación de estos elementos opuestos, en la forma de transformación de los organismos. Igualmente, en la lógica se acusa la transformación entre los diversos elementos y funciones del conocimiento científico, con fundamento en su constancia relativa y en su variación constante. Y, como consecuencia, en las leyes generales descubiertas por medio de la investigación científica, se expresan los diversos modos en que se mantiene constante la variación y la transformación de todos los procesos objetivos.

§ 21. Síntesis, análisis y avance del conocimiento

Cada uno de los procesos existentes constituye una síntesis de elementos contradictorios, que se encuentran interpenetrados y conjugados en su oposición. A la vez, los cambios internos de los procesos, y las transformaciones de unos procesos en otros, son otras tantas síntesis que se producen continuamente en el seno del universo. Análogamente, y en correspondencia con esta característica de la existencia objetiva, el conocimiento científico forma constantemente síntesis de las determinaciones logradas, a través del desarrollo racional y de los resultados experimentales. En la síntesis se reúnen diversos elementos conocidos primeramente por separado, conjugándolos en un conjunto unitario. Pero el resultado obtenido, la síntesis, no es una mera agregación de sus elementos integrantes; por lo contrario, es un complejo unitario que posee nuevas cualidades, las cuales no se manifiestan en sus componentes porque sólo se producen en su conjugación y por su conjugación. En este sentido, las síntesis químicas, que poseen propiedades diferentes a las cualidades de las sustancias menos complejas que entran en su combinación, nos ofrecen una buena ilustración acerca de este carácter peculiar de la síntesis.

Dentro de la ciencia, cada concepto representa la síntesis formada con todos los conocimientos obtenidos acerca de un pro-

ceso o de una clase de procesos. Y en esta integración sintética del concepto se tiene una determinación unitaria y de conjunto, que supera las determinaciones parciales de los distintos elementos y aspectos del proceso o de la clase de procesos en cuestión. Igualmente, las hipótesis científicas se construyen como síntesis racionales de los resultados parciales e incompletos que se logran en los experimentos. Por esto, la formulación de una hipótesis constituye la superación de los datos fragmentarios y de las determinaciones particulares anteriores, generalizándolas como una unidad en el plano de la posibilidad. Asimismo, las teorías científicas representan las síntesis de muchas determinaciones, combinando los resultados experimentales estructurados por las hipótesis y los nuevos experimentos que han servido para su verificación; y, por ello, las teorías constituyen las síntesis superiores del conocimiento logrado.

Por otra parte, en las transformaciones de los diversos procesos ocurren continuamente desintegraciones y separaciones de los elementos y aspectos conjugados. Además, cada proceso unitario está compuesto por partes que muestran su propia individualidad en un nivel más profundo; y, a la vez, cada proceso es elemento componente de una clase de procesos que se comporta como un todo único en un nivel superior. Por lo tanto, en el conocimiento científico se realizan constantemente operaciones de análisis, para desentrañar y determinar esta composición elemental de los procesos existentes. El análisis científico consiste, entonces, en desmembrar las determinaciones sintéticas establecidas, poniendo al descubierto sus partes integrantes. Pero el análisis no se agota con la simple enumeración de las determinaciones elementales contenidas en un conjunto superior, ni se detiene tampoco en el mero desglosamiento de las cualidades ya conocidas. Por lo contrario, en sentido estricto, el análisis consiste en el descubrimiento y la determinación de las nuevas propiedades que se han producido y se manifiestan como resultado de la combinación sintética de diversos elementos. Por lo tanto, el análisis es una función lógica porque representa una operación cognoscitiva que es relativamente inversa a la función de síntesis; pero que, a la vez, tiene el mismo sentido de avance que la síntesis, en cuanto a la profundización y la extensión que produce en el conocimiento. Por medio de la síntesis se practica

una nueva determinación, reuniendo en una unidad las determinaciones elementales anteriores. En cambio, en el análisis se parte de una determinación compuesta para volver a sus elementos constitutivos, pero determinándolos de modo diferente y poniendo al descubierto en ellos propiedades antes desconocidas.

Las operaciones cognoscitivas de analizar y sintetizar son representaciones lógicas de las acciones de separación y de reunión que ejecuta el hombre para intervenir en el curso de los procesos del universo. A la vez, el análisis y la síntesis reproducen las transformaciones objetivas que ocurren por disgregación y por conjugación entre los procesos existentes y en sus distintos elementos componentes. Por consiguiente, el avance del conocimiento sigue un desarrollo sucesivo de síntesis y de análisis alternados. Primero, se analizan las manifestaciones inmediatas de la existencia, descubriendo sus aspectos elementales. Luego, estos elementos se sintetizan en la reconstrucción cognoscitiva de la existencia que se formula en la hipótesis explicativa. Después, cuando la hipótesis se ha convertido en teoría, se analiza la evolución de esta forma sintética sencilla, descubriendo los elementos necesarios para practicar una síntesis superior. Y, así, prosigue continuamente el avance del conocimiento científico, de la síntesis racional al análisis experimental, de la síntesis realizada en el experimento al empleo de la razón analizadora, del análisis del experimento al desenvolvimiento sintético de la razón, del análisis racional a la síntesis experimental. Por esto es que las propias leyes objetivas descubiertas por la ciencia, como síntesis del conocimiento logrado, sirven como instrumentos eficaces para analizar concretamente los nuevos descubrimientos realizados por la investigación científica.

V. TEORÍA DEL CONCEPTO

§ 22. Determinación del concepto

El concepto científico es el resultado de la determinación de alguna característica del universo y, por lo tanto, su validez radica en su correspondencia con el modo de existencia que representa. Un concepto científico es, así, la síntesis en la cual se expresan los conocimientos adquiridos acerca de la actividad de un proceso objetivo, de una relación entre procesos o de una conexión interna de los procesos universales. En su determinación primaria, el concepto se constituye racionalmente por medio de la reconstrucción de los datos conocidos en la percepción. A través de esta reconstrucción racional, los datos percibidos son entrelazados, organizados y constituidos en elementos de un todo único, en el cual queda representado en su integridad el proceso o la relación descubierta. Esta representación conceptual permite entender mejor los datos percibidos anteriormente y, a la vez, sirve para descubrir otros aspectos y otras conexiones en la percepción de los procesos. Luego, el concepto se enriquece con la integración de estos descubrimientos en su contenido, ofreciendo entonces una comprensión más amplia y penetrante de los procesos existentes y haciendo posible que se descubran nuevos aspectos y enlaces entre ellos. De esta manera, los conceptos se constituyen en elementos del conocimiento posterior y de la acción humana sobre los procesos conocidos.

En su existencia, todo proceso es un tránsito continuo en el cual se resuelven los conflictos surgidos constantemente entre fuerzas e influencias opuestas, para dar lugar a la creación de formas superiores, siempre condicionadas por otros procesos y, a su vez, condicionantes de ellos. Este movimiento contradictorio de cambios y acciones recíprocas que conecta a unos procesos con otros de manera intrínseca e indisoluble, se refleja en los conceptos que constituyen su expresión. Por ello, los conceptos

se encuentran enlazados en forma inseparable y en su determinación, que se amplía y mejora sin cesar, reproducen de un modo definido a la acción recíproca que opera entre los procesos existentes. La determinación de un concepto se produce siempre en conjugación con otros conceptos, dentro de un proceso cognoscitivo en el cual cada concepto desempeña simultáneamente la función de determinante de los otros conceptos y de determinado por ellos. En rigor, todo concepto se encuentra sujeto incesantemente a este proceso de determinación, a través del cual se penetra en las manifestaciones inagotables de la existencia. Por lo tanto, el concepto no es un recipiente pasivo e indiferente de los conocimientos adquiridos, sino que representa en todo momento al proceso activo en que se determina la existencia, como resultado de la mutua acción entre el hombre y los procesos exteriores, ya sean sociales o naturales.

El universo existente, material y cognoscible, así sea por medios indirectos, es el único mundo real. También comprende al hombre y a su pensamiento. Y, entonces, los diversos conceptos formulados en el pensamiento por medio de la consideración científica son abstracciones de los procesos universales, y es por ello, y sólo por ello, que poseen un contenido de objetividad; aun cuando, en ocasiones, resulte muy complicado el distinguir la relación entre el proceso existente y su abstracción conceptual, como ocurre en el caso de los conceptos de la matemática. Es cierto que los objetos de nuestro pensamiento son distintos del pensamiento mismo, de igual manera como un objeto en sí mismo resulta diferente del objeto en nosotros Pero este objeto en nosotros es únicamente una parte, un aspecto, del objeto existente; tal como el propio hombre es sólo un. fragmento del universo que, no obstante, se refleja en el pensamiento humano.[1] En consecuencia, el pensamiento únicamente puede unificar o enlazar de algún modo aquellos conceptos en los cuales exista efectivamente esa unidad o tal conexión; es decir, porque corresponda a las relaciones objetivas entre los procesos que dichos conceptos representan. No es suficiente, por ejemplo, con incluir conceptualmente a un astro en la clase de los animales vertebrados, para que, sólo por esto, a tal astro se le forme una estructura

[1] Engels, *Ludwig Feuerbach,* ed. cit., págs. 16-22.

ósea. Siempre es indispensable que la relación formulada en el pensamiento corresponda y represente, de alguna manera, a los procesos de la naturaleza o de la sociedad, para que dicha relación adquiera significado. Por otro lado, la condición ineludible para poder establecer mentalmente la unificación entre dos o más conceptos, consiste en la posibilidad de su verificación objetiva. Aparentemente, el criterio más general que se puede adoptar para reunir en una unidad a todos los procesos del universo, es la simple consideración de su existencia. Pero, al poner en práctica esta consideración, se abstraen al mismo tiempo todas las demás propiedades y, con esto, no se puede determinar nada, en modo alguno. Entonces, es necesario incluir en la consideración otras propiedades, así sean las más elementales, para poder empezar a encontrar las diferencias que distinguen a unos procesos de otros, a unas relaciones de las demás; y, al conseguir esto, se descubren simultáneamente los elementos concretos que son indispensables para reconstruir, de un modo objetivo y racional, la unidad del universo.[2]

Ahora bien, la cantidad infinita de los procesos existentes y la indefinida multiplicidad de sus manifestaciones, hacen necesario que se practique una selección entre los procesos y entre sus aspectos. Entonces, la conceptuación incluye tres operaciones importantes. La primera es, justamente, esa selección de los procesos y de sus aspectos, para estudiarlos con intensidad. La segunda, es la formulación del concepto que vincule orgánicamente y de un modo unitario, a dichos procesos y aspectos de procesos. Y, la tercera, es la comprobación o la refutación, por medio de la experimentación, de que el concepto formulado hipotéticamente expresa acertadamente las conexiones mostradas objetivamente por los procesos y las representa en una forma definida. La ejecución de estas operaciones, cuyo resultado es el descubrimiento y la determinación de las relaciones existentes en el universo, constituye una actividad de carácter social y su posibilidad radica en la enorme experiencia acumulada a lo largo de la historia humana. Por ello, el problema del significado de los conceptos científicos sólo se puede resolver con funda-

[2] Engels, *Anti-Dühring*, ed. cit.; Sección Primera, IV. Esquemática del mundo, págs. 32-34.

mento en la historia del conocimiento concreto de que se trate y en su conexión con los otros conocimientos. En tanto son considerados únicamente en su abstracción y en su separación, los conceptos se formulan de una manera aparentemente subjetiva. Pero, en cuanto se toma en cuenta el proceso de su formación, sus tendencias, sus fuentes y, sobre todo, los resultados de su verificación experimental, los conceptos muestran plenamente su objetividad. Porque los conceptos científicos no son construcciones racionales arbitrarias, sino que constituyen reflejos definidos y correspondientes de las conexiones y de las actividades que existen objetivamente en los procesos del universo. Por esto es que, con los conceptos, "formamos imágenes o símbolos de los objetos existentes; y la manera como los formamos es tal, que las consecuencias lógicamente necesarias de las imágenes son, invariablemente, las imágenes de las consecuencias materialmente necesarias de los correspondientes objetos existentes".[3]

§ 23. Formulación y desarrollo

El concepto contiene los momentos de la universalidad, de la particularidad y de la individualidad. Pero ni siquiera desde el punto de vista formal se puede tomar uno de los momentos del concepto de manera inmediata y aislada, sino únicamente en relación con sus otros momentos y junto con ellos. Así, la lógica se encarga de poner al descubierto y de determinar, en cada caso, la conexión mutua entre lo universal, lo particular y lo individual, tal como existen objetivamente en su conjunción recíproca. La universalidad es lo que es idéntico consigo mismo, con la expresa significación de que en lo universal está contenido, al mismo tiempo, lo particular y lo individual. Lo particular es lo que es diferente, o sea, lo determinado; aun cuando siempre significa aquello que es universal en sí y que se muestra como individual. Finalmente, lo individual tiene la significación de lo singular y existente, que contiene en sí al género y a la especie referidos a su propia existencia concreta. Tal es la inse-

[3] Heinrich Hertz, *Prinzipien der Mechanik,* pág. 1; citado por Hermann Weyl, *Philosophy of mathematics and natural sicence,* Princeton University Press, 1949, pág. 162.

parabilidad manifiesta de los momentos conceptuales en su distinción, es decir, en la expresión del concepto. Por lo tanto, el concepto no puede ser clasificado propiamente en especies distintas; salvo por lo que se refiere a su formación psicológica, o recurriendo a una reflexión extrínseca que introduzca diferencias que nunca se manifiestan en los procesos reales de la investigación científica. Universalidad, particularidad y singularidad son, por lo tanto, las tres determinaciones en que se desenvuelve el proceso entero de la conceptuación. A través de ellas y por ellas es que el concepto progresa; y no sólo en una forma, sino en muchas modalidades. Primero, es el concepto simple o la determinación de la universalidad; pero este concepto universal es, también, sólo un concepto determinado o particular. En segundo lugar, el concepto se muestra como concepto particular, es decir, como el concepto determinado que se afirma de manera distinta a los otros. Por último, la individualidad es el concepto que se destaca por sí mismo como si estuviera fuera de la distinción, dentro de la absoluta negación. Y, al mismo tiempo, como particularidad precisada, la individualidad es el momento en que el concepto abandona su identidad, para entrar en su alteración, convirtiéndose en elemento de otra determinación.[4]

Los conceptos científicos rigen independientemente de la experiencia concreta de un individuo cualquiera; pero no por ello son producto exclusivo de la creación o de la imaginación humanas, sino que se forman en el curso de la evolución histórica del conocimiento y con fundamento en la práctica social de la ciencia. Ahora bien, para formular un concepto, no solamente se requiere el descubrimiento de cierta cualidad en los procesos, sino también la capacidad de excluir de dichos procesos la consideración de todas sus otras propiedades, con excepción de aquella que queda representada por el concepto. Para esto, se hace necesario practicar esa operación de selección a que nos hemos referido, entre la multitud de aspectos que presentan los procesos existentes; y, lo que es más, la propia capacidad de ejecutar tal selección es también el resultado de una larga evolución histórica, basada en la experiencia.[5] A la vez, el desarrollo de un

[4] Hegel, *Ciencia de la lógica,* ed. cit., tomo II, págs. 277 y sig.

[5] Engels, *Anti-Dühring,* ed. cit., Sección Primera, III. División, Aprioriismo, págs. 27 y sig.

concepto en la mente individual se encuentra relacionado íntimamente con el desenvolvimiento del mismo concepto en la historia del conocimiento. Así, constituye una reproducción abreviada de todo el curso de penosos esfuerzos y de múltiples experiencias, que la humanidad ha empleado con anterioridad en adquirirlo; de manera análoga a como el desarrollo del embrión sintetiza la evolución del organismo en que se va a convertir, pasando rápidamente por todas las etapas importantes de la historia de su desenvolvimiento.[6]

Desde el punto de vista lógico, el concepto se va determinando por medio de su relación con otros conceptos, o sea, a través de una sucesión de juicios. Porque el juicio es la función que establece la relación cognoscitiva entre dos o más conceptos. Aún más, en el propio desenvolvimiento que experimenta el juicio dentro de la investigación científica, se destacan las diversas fases por las cuales se pasa en la construcción del concepto. En este sentido, los conceptos son el resultado de los juicios. Pero, al mismo tiempo, los conceptos se desprenden de los juicios únicamente para conectarse de nuevas maneras y, por consiguiente, para convertirse en elementos integrantes de nuevos juicios. Lógicamente, el juicio condiciona recíprocamente a los términos que lo forman, esto es, a los conceptos cuya relación es expresada por el juicio. De esta manera, el concepto desempeña un papel primario, con respecto al juicio del cual forma parte. Sólo que también el concepto tiene únicamente aquella determinación que el conocimiento le va integrando, por intermedio de todos los juicios en que dicho concepto interviene. Por lo tanto, el concepto tiene como elementos primarios a los juicios que lo constituyen. Tenemos, así, una correlación funcional entre el juicio y el concepto. El juicio se origina en los conceptos y el concepto se forma en una serie de juicios. En otras palabras, el concepto se determina en el juicio y, a la vez, el juicio es una determinación entre conceptos.

Por su parte, el juicio se establece y se desenvuelve a través del proceso lógico de la inferencia. La inferencia es, primordialmente, la operación por medio de la cual se consigue formular

[6] Engels, *Dialéctica de la naturaleza,* ed. cit., Dialéctica y ciencia, página 248.

un juicio determinado, derivándolo de las relaciones existentes entre otros juicios. Por consiguiente, la inferencia es la función que conecta activamente a los juicios, ampliando y profundizando su determinación. La determinación del juicio avanza, entonces, en función de las inferencias en que interviene y, al propio tiempo, la determinación de la inferencia es también un juicio. Por lo tanto, el juicio es el elemento primario de la función de inferir y, a la vez, la inferencia es el componente primario de la operación de juzgar. Además, la determinación del concepto progresa igualmente en la inferencia, por intermedio de los juicios que la forman. Y, aún más, la relación expresada en el juicio resultante de una inferencia es simplemente otra conexión distinta que se descubre entre los conceptos que intervienen en los otros juicios integrantes de dicha inferencia. De esta manera, los conceptos son, de un modo directo, los elementos componentes de la inferencia; y, al propio tiempo, el concepto se forma en la serie de inferencias de las cuales resultan los juicios integrantes del propio concepto. En consecuencia, tenemos que el concepto es un resultado de los juicios y de las inferencias en que interviene; mientras que el juicio se constituye en las inferencias y está integrado por conceptos; y, por su parte, la inferencia tiene como elementos componentes a los juicios y a los conceptos. Y, por lo tanto, entre el concepto, el juicio y la inferencia existe una relación recíproca y activa, en la cual se expresa el movimiento elemental del pensamiento cognoscitivo.

§ 24. Intensidad y extensión

Los conceptos científicos poseen siempre un contenido concreto. Este contenido expresado en el concepto es una forma de la existencia objetiva o una relación objetiva entre formas de existencia. Porque la existencia no se manifiesta únicamente en la forma de procesos singulares, sino que también se muestra en la forma de agrupamientos y conjuntos de procesos. En realidad, todo proceso que se muestra como individual en cierto nivel de la existencia, está constituido por una conjugación de otros procesos, que manifiestan su singularidad cuando se penetra

hasta un nivel más profundo de la existencia. A la vez, y de un modo recíproco, todo proceso singular forma parte integrante, en un nivel superior de la existencia, de un conjunto de procesos trabados e interpenetrados de tal manera, que constituyen un todo único y un solo proceso. De esta manera, cada concepto es simultáneamente genérico y específico, en tanto que representa una totalidad de procesos individuales y, a la vez, un proceso singular que es elemento integrante de otro proceso más complejo.

La lógica formal, limitándose al sentido abstracto que atribuye al concepto, contrapone lo genérico a lo particular, pero en sentido abstracto. Supone que el concepto general se origina por medio de la exclusión de todo lo concreto y particular; y, por lo tanto, considera que a la mayor generalidad le corresponde un contenido más pobre. Incluso, establece como un principio el que la intensidad y la extensión del concepto sean inversamente proporcionales. Por esto es que formula el concepto metafísico de 'ser', excluyendo todos los atributos peculiares a los objetos concretos; y, como resultado, formula una abstracción vacía dentro de la cual no hay posibilidad de incluir objeto alguno. De este modo, la lógica formal considera al concepto como una construcción subjetiva, de la cual es posible eliminar o agregar a voluntad las notas características, hasta el extremo de poder restarlas todas. Pero, en realidad, la abstracción científica no consiste en eliminar sencillamente la diversidad concreta del universo, sino en reflejarla en una forma fundamental. Por esto, el concepto primario y más general que existe, el concepto del universo objetivo, es el más rico en contenido entre todos los conceptos; ya que sus propiedades se manifiestan en todos los procesos sin excepción y, como consecuencia, en todos los conceptos correspondientes a dichos procesos. En el universo, lo genérico se encuentra en conexión continua con lo particular y con lo individual; y, por lo tanto, en el concepto lo genérico incluye toda la riqueza de lo concreto. Lo concreto, tal como se muestra en el pensamiento, esto es, el concepto concreto, es una unidad de la diversidad, un complejo de numerosas determinaciones. Sólo que esta concreción no se logra de un modo inmediato y simple, como en la percepción, sino que es el resultado de la reconstrucción de la existencia

en el pensamiento, con la consiguiente adquisición de un conocimiento cada vez más completo de la propia existencia.[7]

Aun cuando el concepto es la reflexión del universo en el conocimiento, sin embargo, se distingue rigurosamente de la percepción sensible. En la percepción se refleja la existencia de las manifestaciones individuales y aisladas de los procesos universales, en tanto que en los conceptos se expresan las relaciones entre los procesos y las regularidades descubiertas en el movimiento del universo. Ahora bien, estas relaciones y regularidades difieren en cuanto a su intensidad o grado de generalidad; y, en correspondencia con esa diferencia, los conceptos se distinguen por la magnitud de las cualidades que incluyen. Por otra parte, las conexiones y actividades de los procesos del universo también se diversifican por su extensión o comprensión cuantitativa y, en consecuencia, los conceptos se diferencian, de este modo, por la amplitud del dominio que abarcan.[8] Por otro lado, en el concepto, la individualidad se encuentra referida a un conjunto de elementos, haciendo que, por más estricta que sea la individualización, siempre se trate de una singularidad específica. En este sentido, el rango inferior que interviene en la operación de la ciencia es el concepto de especie. Por consiguiente, tomando en cuenta este carácter específico del concepto es como se debe indagar la conexión existente entre la intensidad y la extensión del concepto.

Simbolizando a dos conceptos cualesquiera por las literales *A* y *B*, tendremos esquemáticamente la posibilidad de que entre ellos existan las siguientes relaciones:

1. Que *A* se encuentre contenido íntegramente en *B*;
2. Que *A* esté contenido parcialmente en *B* o, lo que es lo mismo, que *B* se encuentre incluido parcialmente en *A*;
3. Que *B* esté comprendido por entero en *A*; y,
4. Que *A* y *B* no posean nada en común.

[7] E. Shur, "Las teorías del concepto, del juicio y de la inferencia en la lógica formal y en la dialéctica"; traducción publicada en *Philosophy and Phenomenological Research*, University of Buffalo, vol. V, núm. 2, diciembre de 1944, págs. 199-216.

[8] Shur, *op. cit.*

En el primer caso, *A* se encuentra subordinado a *B*, o sea, que es una especie del género *B*. En el segundo caso, *A* y *B* son conceptos coordinados, es decir, que ambos son especies de un género común. En el tercer caso, *B* es el que está subordinado a *A* o, también, es una especie del género *A*. Finalmente, en el cuarto caso, *A* y *B* pertenecen a un orden superior que no se encuentra manifiesto explícitamente en ellos. Por otra parte, se dice también en el primer caso, que *A* posee una intensidad más específica que la de *B*, y que *B* tiene una extensión genérica mayor que la de *A*; esto es, que mientras *A* es el resultado de la particularización de *B*, este concepto es por su parte el producto de la generalización de *A* y de los otros conceptos específicos incluidos en *B*. Asimismo, en el segundo caso, la intensidad y la extensión de *A* y de *B* son parcialmente equivalentes, o sea, que su especificación y su generalización coinciden relativamente. En el tercer caso, *B* tiene la intensidad más específica y constituye una particularización de *A*, en tanto que *A* representa un concepto con mayor extensión genérica y es un resultado de la generalización de *B* y de otros conceptos específicos. Por último, en el cuarto caso, la intensidad y la extensión de *A* y de *B* no pueden ser comparadas, ya que se desconoce toda referencia que permita determinar su relación.

Ahora bien, la conexión entre la intensidad y la extensión no es una relación de proporcionalidad inversa, como lo afirma la lógica formal. Por lo contrario, el incremento de la intensidad no produce la disminución de la extensión del concepto, sino que también la incrementa o, por lo menos, no la afecta. Recíprocamente, la ampliación del concepto no trae consigo un decrecimiento de su intensidad, puesto que su resultado es el aumento de ella o, cuando no es así, su conservación en el mismo nivel. Por lo tanto, la intensidad y la extensión del concepto son dos aspectos variables de su determinación que están conectados por una relación que se puede representar matemáticamente por medio de una *función monótona no-decreciente;* ya que el incremento en la magnitud de uno de los términos produce un aumento en la magnitud del otro término, o bien su persistencia en la magnitud anterior, pero nunca produce su decrecimiento.

§ 25. Clasificación y definición

Primariamente, el concepto se formula como noción general. Luego, el proceso científico desarrolla la determinación del concepto y, a la vez, establece nuevos conceptos. En este desenvolvimiento de su determinación, a través del cual va quedando expuesto su contenido, es que la noción general se transforma en concepto científico definido. La definición del concepto refleja, así, los resultados y la generalización alcanzados por la ciencia. Por lo tanto, los conceptos constituyen una unidad de determinaciones diversas, en la cual quedan comprendidos los distintos elementos y los aspectos mutuamente contradictorios que los procesos existentes ponen al descubierto. Porque el concepto no es el simple registro de la existencia de los procesos, sino que responde a la exigencia científica de suministrar una explicación de ellos, descubriendo su fundamento y su interrelación con los otros procesos del universo. Por otra parte, cuando un grupo de procesos existentes o de aspectos del universo se expresa por medio de un concepto, entonces, se establece al propio tiempo una división relativa entre ese grupo de procesos y todos los demás. Así, en cada concepto se tiene la representación de una clase, más o menos bien definida, de aspectos objetivos o de procesos existentes. En esta característica radica la posibilidad de ordenar los distintos grupos de procesos determinados, por medio de la clasificación de sus correspondientes conceptos.

En la clasificación científica, los grupos formados por la identificación de las propiedades mostradas por los procesos distintos, se ordenan de tal modo que en el sistema mismo se encuentran expresadas las leyes que rigen su movimiento y, a la vez, están contenidas de modo implícito las reglas que sirven para el descubrimiento de nuevos grupos, que formarán luego otros tantos elementos del sistema de que se trate. Sin embargo, toda clasificación se encuentra supeditada enteramente al nivel alcanzado por la investigación científica, en el momento en que dicha clasificación se formule. Porque el avance del conocimiento provoca continuamente transformaciones en el sistema de clasificación, introduciendo generalmente variaciones de grado; pero,

en ocasiones, la acumulación de dichas variaciones llega a producir la sustitución completa del ordenamiento establecido, por otro completamente distinto. Tanto histórica como lógicamente, la agrupación de los procesos existentes en el universo se modifica a medida que se llegan a descubrir en ellos características más profundas y de mayor amplitud. El progreso de la técnica de investigación, tanto teórica como experimental, conduce a la determinación de cualidades cada vez más profundas y menos aparentes en los procesos; y, como resultado, se producen numerosos cambios en la identificación y en la diversificación de los diversos grupos de procesos y aun en el propio conjunto del sistema clasificado. Por otra parte, la misma nomenclatura científica es un resultado directo del sistema de clasificación; tal como se expresa, de modo abreviado y en forma más o menos explícita, en los nombres que la ciencia asocia a los procesos del universo, para referirse a ellos.

Ahora bien, en tanto que los conceptos constituyen clases, esto es, que representan conjuntos de procesos, su definición consiste en la determinación de las condiciones que debe satisfacer un proceso para quedar incluido dentro de dicho conjunto. La definición es, por lo tanto, un juicio que establece con precisión los límites del concepto, separando su dominio de todos los demás. En este sentido, en el juicio definitorio se identifican de tal modo sus dos términos, que resultan enteramente intercambiables desde el punto de vista lógico. Así, por ejemplo, la definición que hace la geometría plana de que 'el círculo es el lugar geométrico de los puntos que equidistan de un punto fijo' es completamente simétrica y, en consecuencia, se puede invertir simplemente sin que se altere, dando lugar al juicio definitorio idéntico de que 'el lugar geométrico de los puntos que equidistan de un punto fijo es un círculo'. Debemos observar, no obstante, que la definición no constituye una tautología, puesto que no consiste en la mera repetición del concepto que se trata de definir, empleando dos vocablos o conjugaciones de vocablos que sean sinónimos. Además, es necesario insistir en que la definición de un concepto no incluye a todas las cualidades conocidas de los procesos que forman su contenido, sino que únicamente expresa alguna de sus propiedades, o un pequeño grupo de ellas, que sea suficiente para distinguirlo sin ambigüe-

dad de los otros conceptos. Así, en la definición de un concepto figuran exclusivamente las características peculiares de los procesos que representa y que, por esto mismo, son sus cualidades distintivas. En consecuencia, la intensidad de un concepto es siempre mucho más rica que su definición y, en general, la intensidad puede crecer continuamente, sin que se presente la necesidad de ampliar o de modificar la definición del mismo concepto. Sin embargo, en algunas ocasiones sí se llega a plantear la necesidad de cambiar la definición establecida, cuando se descubre que una de las cualidades incluidas en la definición no caracteriza peculiarmente al concepto y, por lo tanto, no es una de sus propiedades distintivas. Porque, en todo caso, la definición de un concepto siempre refleja la profundidad y la generalización que se han logrado en el conocimiento de los procesos objetivos correspondientes a dicho concepto.

Cuando se trata de insertar dentro de un sistema de clasificación ya establecido a un elemento nuevo o, bien, cuando se necesita explicar la posición de algún elemento incluido en un sistema de clasificación, entonces, se recurre a la *definición estática.* El procedimiento que se sigue entonces consiste en caracterizar al concepto, investigando su género próximo, esto es, el concepto al cual se encuentra subordinado y, luego, en indagar sus diferencias específicas, o sea, aquellas cualidades que lo distinguen de los otros conceptos que se encuentran coordinados con él, formando especies diversas de un mismo género. Así, por ejemplo, cuando se encuentra que la mica —concepto por definir— es una roca ígnea —género próximo— compuesta de potasio, hierro, magnesio y silicato de aluminio y que cristaliza en forma monoclínica —diferencias específicas— se habrá aplicado esta clase de definición, determinando el lugar ocupado por la mica en el sistema de clasificación de las rocas que componen la litósfera. Análogamente, se puede explicar la posición ocupada por el vegetal llamado comúnmente cebolla, refiriéndolo como la especie *cepa* del género *Allium;* y así, es posible seguir su filiación con la familia de las *Liliáceas,* el orden de las *Palmales,* la clase de las *Angiospermas* y el phylum de las *Espermatofitas,* dentro del reino de los organismos vegetales.

Por otra parte, en la *definición dinámica* se señala un procedimiento para conseguir la formación de los procesos expresa-

dos en el concepto, o bien se indica la ley de su desarrollo. Por lo tanto, con esta precisión de la ley de desenvolvimiento de los procesos, se implican las condiciones de su posibilidad; quedando incluidos así, en la definición, los elementos que permiten reproducir al proceso definido. Por consiguiente, en la definición dinámica se expresa al concepto mediante las características de la actividad en que se desarrollan los procesos incluidos en el concepto mismo. La fórmula de combinación de cualquier compuesto químico es una buena ilustración de esta definición. Por ejemplo, la definición del ácido acético se expresa indicando que del acetaldehído ($CH_3—CH=O$) se obtiene, por oxidación, el ácido acético ($CH_3—COOH$); y, de este modo, se advierte cómo en la definición del objeto se encuentra contenido el proceso de su formación. Igualmente, cuando se define al reflejo condicionado como un acto cuya realización automática se consigue establecer a base de la reiteración de la presencia de un estímulo determinado, entonces, se está señalando como característica distintiva de este proceso a la ley que gobierna el curso de su formación.

Finalmente, por medio de la *definición dialéctica* se formulan nuevos conceptos, a partir de otros ya conocidos. Para ello, es necesario descubrir la manera de negar alguna de las condiciones limitantes que definen a cierto concepto y, entonces, esta negación se establece como condición limitante del nuevo concepto. Como resultado, se tiene la superación del concepto anterior y de su negación, en la constitución de un dominio diferente, correspondiendo al concepto creado de esta manera. Después habrá que investigar, en todo caso, si semejante formulación hipotética representa efectivamente aspectos objetivos de la existencia. Así, por ejemplo, en la proyección de los elementos geométricos se presenta el problema de que las líneas paralelas no poseen punto alguno en común. Entonces, se recurre a la consideración de un tipo de punto distinto al utilizado en la geometría elemental. De este modo, se define el *punto al infinito* estableciendo que en cada dirección del espacio y correspondiendo a la totalidad de rectas paralelas que tienen esa dirección, existe un punto al infinito que tiene la propiedad de ser común a ese conjunto de rectas y de no pertenecer a ninguna otra recta. Así, se niegan determinadas condiciones de un concepto

anterior y se afirman estas negaciones como condiciones del concepto definido. Ahora bien, con el establecimiento de este tipo de punto no solamente se crea un nuevo concepto, sino que, simultáneamente, se ha efectuado una extensión hipotética de las propiedades del espacio. Y, luego, al obtenerse la verificación objetiva de esta posibilidad, resulta que con el punto al infinito se ha descubierto una de las categorías de la geometría proyectiva.[9] Asimismo, cuando Newton introdujo la definición de la fuerza de reacción, como opuesta y de magnitud igual a la fuerza actuante, estableció la posibilidad de explicar el movimiento y el equilibrio dinámico; y, después, al conseguirse su comprobación experimental, esta definición quedó como parte integrante de las leyes mecánicas. En fin, en la física atómica, la consideración teórica de la posible existencia de otras partículas elementales, definiéndolas por medio de propiedades opuestas a las de las partículas ya conocidas, ha permitido establecer la explicación de ciertos procesos; y, luego, al verificarse experimentalmente su existencia, la definición de dichas antipartículas ha quedado incorporada al conocimiento de la física atómica.

[9] William C. Graustein, *Introduction to higher geometry,* New York, Macmillan, 1940, pág. 21.

VI. CATEGORÍAS DEL CONOCIMIENTO

§ 26. El sistema dinámico de las categorías

De la correlación existente entre juicio y concepto, resulta que los conceptos constituyen los elementos del juicio; porque cada concepto se determina en su conexión con otros conceptos, a través de una sucesión de juicios. Un mismo concepto es susceptible, así, de un número infinito de determinaciones y, por lo tanto, puede formar parte de una infinidad de juicios. Por otra parte, ningún concepto deja de implicar, irremisiblemente, a otros conceptos; porque no existe concepto alguno que pueda ser considerado como enteramente aislado o separado de los demás. Pues bien, debido a la conexión objetiva de los procesos existentes, en todo juicio se encuentra contenida la implicación de otros conceptos más generales que aquellos que constituyen directamente sus términos. Además, estos conceptos implicados por los constituyentes del juicio implican, a su vez, otros conceptos todavía más generales y estos últimos otros, que aún lo son más y, así, sucesivamente. Siguiendo esta sucesión de implicaciones, se llega hasta aquellos conceptos cuya generalidad es la máxima dentro de una disciplina científica; luego, se alcanzan conceptos que no sólo son implicados en esa disciplina, sino también en las otras ramas que forman una ciencia; más adelante, se encuentran conceptos que son implicados dentro de todo un grupo de ciencias; y, finalmente, se arriba a ciertos conceptos que quedan implicados en el conjunto entero del conocimiento científico. Ahora bien, esta implicación que hemos recorrido en el sentido de su creciente generalización, también ocurre inversamente en el sentido de la particularización. Partiendo del concepto de la existencia del universo, nos vemos compelidos a implicar, uno a uno, todos los conceptos de la ciencia. De esa manera, el juicio representa simplemente un momento de la determinación, en el cual se presenta la implicación de los con-

ceptos más generales comprendidos en los términos del juicio y, a la vez, la implicación de los conceptos más particulares involucrados por dichos términos. Y, como el conocimiento se encuentra en progreso continuo, esta doble implicación existente entre los conceptos siempre se muestra en plena actividad.

Los conceptos fundamentales que son implicados necesariamente en todo juicio establecido científicamente, vienen a precisar la existencia del universo como dominio general de la investigación de la ciencia. Dentro de este dominio general, los campos particulares de cada una de las ciencias quedan acotados por aquellos conceptos que son implicados ineludiblemente, y de un modo específico, dentro de cada ciencia en particular. Y dentro del campo de una ciencia se definen dominios más restringidos, que son caracterizados por los conceptos que desempeñan en ellos esta función fundamental, constituyendo así a las diversas ramas de esa ciencia. Dentra de los límites del dominio que definen, estos conceptos tienen un carácter universal, ya que son implicados siempre por los otros conceptos. Pues bien, a los conceptos que desempeñan la función que venimos relatando se les denomina *categorías*. Algunas de ellas se encuentran implicadas, sin excepción, en todo conocimiento científico. Otras, en cambio, sólo operan en el dominio de las ciencias de la naturaleza, en tanto que otras más únicamente tienen aplicación en las ciencias de la sociedad. Además, cada ciencia tiene también sus categorías características; y, aún más, en cada una de sus ramas se distinguen claramente categorías que les son peculiares. Por lo tanto, las categorías sirven como discriminantes para determinar, en cada caso, el dominio particular en que un juicio se haya producido; porque dentro de ese dominio no se puede establecer juicio alguno cuyos conceptos no impliquen, necesariamente, a las categorías que definen dicho dominio. Por lo tanto, en las categorías se expresan, de modo determinado, las formas comunes en que se manifiestan las relaciones sociales, las conexiones entre el hombre y la naturaleza y los enlaces internos y externos de los procesos naturales.

Por su conexión funcional y por la activa implicación que existe entre todas y cada una de las categorías, éstas constituyen los elementos del sistema que sirve de estructura al conocimiento científico. Pero este sistema de las categorías no tiene nada de

rígido; por lo contrario, es eminentemente dinámico y entre sus elementos se producen sin cesar transformaciones de carácter dialéctico. Por una parte, el conocimiento científico se ve compelido a multiplicar constantemente las divisiones y subdivisiones establecidas dentro de su objeto universal, haciendo que surjan ininterrumpidamente nuevas categorías para caracterizar las nuevas manifestaciones de lo existente. A la vez, con estas determinaciones se enriquecen las relaciones de unos procesos con otros, dando por resultado una interrelación cada vez mayor entre las categorías que expresan sus propiedades más generales y haciendo que el sistema se ensanche en amplitud y en profundidad. Por otro lado, el desarrollo de la ciencia plantea constantemente la necesidad de modificar las categorías ya establecidas y, llegado el caso, conduce a la sustitución de unas categorías por otras, cuando se pone al descubierto que las primeras solamente representan aspectos limitados e insuficientes de propiedades objetivas de mayor generalidad. Este proceso cognoscitivo por el cual se desplazan ciertas categorías a un campo más limitado, se opera con mayor rapidez en la medida en que el dominio es más particularizado. Pero, aunque en forma más lenta y menos inmediata, también en los dominios más amplios se plantea incesantemente la necesidad de modificar a las categorías, hasta que la acumulación de estos cambios graduales es suficiente para imponer, de manera indispensable, una transformación radical en dichas categorías; lo cual ocurre siempre en forma espectacular y provocando una crisis que conmueve a la ciencia de que se trata en su totalidad. De esta manera, la peculiaridad distintiva de las categorías del conocimiento científico es su flexibilidad para el cambio y la transformación. Porque, como cada categoría refleja un determinado aspecto de la existencia y su sistema representa a la existencia en su conjunto, entonces, las categorías se enlazan entre sí, se condicionan recíprocamente, se oponen, se interpenetran, se truecan unas en otras y se transforman sin cesar, para reflejar a la existencia en su movimiento y en su integridad. Entonces, toda fijación que de ellas se haga será transitoria; porque más pronto o más tarde el avance de la ciencia impondrá su modificación. Y esta modificación llega a ser tan radical que, en ocasiones, lo único que se observa de las anteriores categorías es el nombre.

§ 27. Particularización de las categorías

Dos procesos cualesquiera del universo siempre se encuentran conectados; aun cuando esta relación de dependencia sea muy compleja en algunas ocasiones. En todo caso, la determinación de uno de ellos determina al otro y, recíprocamente, este otro es determinante del primero. Por esto se dice que dos procesos cualesquiera se encuentran ligados por una función, en virtud de que a manifestaciones definidas de un proceso corresponden siempre determinadas manifestaciones en el otro y, también, porque la forma en que se expresa el segundo proceso determina maneras definidas de expresión en el primero. En la mayor parte de los casos, esta función es susceptible de expresarse por medio de una fórmula matemática; pero esta posibilidad no es un rasgo ineludible de la función. En cambio, lo que sí constituye una propiedad intrínseca e inseparable de la conexión entre los procesos existentes es su causalidad recíproca; y, por ello, en toda función matemática tenemos siempre una expresión de la relación de causalidad, aun cuando sea de un modo abstracto y unilateral. Por consiguiente, la función es la forma general en que se expresa toda relación y, entonces, las categorías son funciones. De esta manera, en la ciencia contemporánea ha desaparecido hasta el último rastro de la caduca sustancia metafísica; puesto que, por un lado, todas las categorías acusan siempre su carácter relacionante y, por otra parte, en ellas se destaca su variabilidad dentro de una invariancia relativa.

Ahora bien, la aplicación universal de las categorías más generales del conocimiento no significa que en cada uno de los dominios particulares tengan exactamente el mismo carácter. En realidad, las categorías generales adoptan ciertas formas características cuando son consideradas dentro de un campo particularizado. Así, por ejemplo, la categoría de espacio es diferente, en cierto modo, dentro del dominio de la geometría, que en el campo de la física, en el de la biología o en el de la psicología. Y, aun dentro de los límites de una disciplina determinada, sus categorías propias presentan variaciones definidas en cada una de sus ramas componentes. Así, cada una de las divisiones de la ciencia posee sus categorías peculiares y las categorías más

generales especificadas dentro de su dominio, y ellas la definen conjuntamente por completo. Pero, al mismo tiempo, las categorías generales se determinan en el desarrollo de las investigaciones específicas de toda ciencia y de cada una de sus ramas y, por lo tanto, su determinación está condicionada por las caracterizaciones particulares que adopta en los distintos dominio científicos. Tomando en cuenta lo anterior, podemos presentar una caracterización de las categorías primarias del conocimiento científico en su generalidad. En este conjunto fundamental quedan incluidos los momentos dialécticos elementales de la determinación cognoscitiva, como son: la identidad, la diversificación, el antagonismo, la magnitud, la cantidad, la medida, el espacio, el tiempo, el movimiento, la posibilidad, la contingencia y la necesidad. Desde luego, la caracterización de estas categorías se hace con arreglo a la determinación que ellas han recibido dentro de la investigación científica contemporánea; pero, en todo caso, es necesario tener en cuenta la posibilidad real de su modificación e, incluso, de su sustitución por otras categorías. Además, es preciso advertir que las categorías, como momentos definidos en el curso de la determinación científica, se engendran continuamente unas de otras, en una intrincada y activa conexión recíproca. Y, por lo demás, en esta concatenación múltiple de las categorías se expresa la relación mutua que existe entre todos y cada uno de los aspectos del universo y, al mismo tiempo, se pone de manifiesto la relatividad que es inherente a toda determinación.

§ 28. Identidad, diversificación y antagonismo

En la identidad se expresa la base de la relación de comparación, por la cual se establece la determinación cualitativa más simple. Todo proceso necesita identificarse consigo mismo para llegar a diferenciarse de los otros y, entonces, poder ser determinado. Pero esta identificación constituye solamente una abstracción, porque ningún proceso puede ser considerado únicamente como idéntico a sí mismo, como absolutamente constante en medio de la mutabilidad de los demás. La identidad formal es abstracta; pero, en cambio, la identidad dialéctica es concreta. Por

ello, la identidad dialéctica no excluye al cambio, ni a la diferencia, ni tampoco al conflicto continuo que existe internamente entre los elementos opuestos que constituyen a todo proceso concreto. Además, la identidad concreta también toma en cuenta que cada proceso se encuentra en relaciones diversas, y a menudo contradictorias, con los otros procesos. Por consiguiente, toda identificación concreta de un proceso consigo mismo —es decir, toda autoidentificación— es siempre limitada, relativa y transitoria; porque representa al proceso en el trance de existir en una forma y de estar llegando a existir en forma diversa. La identidad que se puede establecer abstractamente, haciendo caso omiso de algunas condiciones y formulándola para determinaciones enteramente transitorias, es simplemente una diversidad no desarrollada. Porque la diversificación como tal es ya el inicio de la contradicción, de la misma manera que la contradicción no es otra cosa que la diversificación llevada al extremo.[1]

En el devenir de los procesos del universo, nos encontramos indefectiblemente con desarrollos que transcurren continuamente de la identidad a la diversidad y, de ésta, a otra identidad que también llega a diversificarse. Así, por ejemplo, cada organismo es, en todo momento de su vida, idéntico a sí mismo; y, sin embargo, se está diferenciando al propio tiempo de sí mismo, incesantemente. Por absorción y desasimilación de sustancias, por las transformaciones que realiza en éstas, a través de los procesos de respiración y de circulación y por un conjunto de cambios ininterrumpidos, es como se encuentra condicionada y se hace posible la vida del organismo. Y, por lo demás, son los resultados de estos procesos de identificación y de diferenciación los que se manifiestan en el desarrollo embrionario, en el crecimiento, en la reproducción, en la senectud y en la muerte del organismo.[2] Por otro lado, este hecho de que la identidad contiene en sí misma a la diversidad, se encuentra expresado lógicamente en el concepto. En efecto, ya en su determinación elemental, el concepto se forma con la reunión de los diversos datos que suministra la experiencia inmediata, identificándolos

[1] Bloch, *El pensamiento de Hegel,* ed. cit., pág. 105.

[2] Engels, *Dialéctica de la naturaleza,* ed. cit.; Dialéctica y ciencia, página 178.

en la síntesis de una unidad. Luego, las sucesivas determinaciones del concepto constituyen otras tantas síntesis para integrar en una sola unidad, por medio de la identificación, a las diversas manifestaciones que se descubren en el proceso representado por el concepto. Igualmente, el juicio es una relación en la cual se identifica a lo diverso, porque los dos términos del juicio son necesariamente diferentes. En algunos casos, uno de los términos está contenido enteramente en la extensión del otro término; en otros casos, ambos términos tienen en común una parte de su extensión y, lo que es más, hasta es posible que los dos términos coincidan por completo en su extensión, por lo que se refiere a una de las determinaciones que comprenden. Pero, en todo caso, por medio del juicio se identifican relativamente conceptos que son diversos en cuanto a su intensidad. También en la inferencia se muestra la conexión indisoluble entre la identidad y la diversificación, incluso de un modo todavía más claro, ya que los términos de diversos juicios quedan identificados en el juicio concluyente.

La determinación que identifica a un proceso consigo mismo, siempre acaba por mostrar su insuficiencia, ya sea de un modo inmediato o mediato. La determinación de la forma como existe un proceso se precisa con la determinación de las formas como no se muestra su existencia; puesto que únicamente en la relación recíproca entre estas dos determinaciones —que, en cierta manera, se excluyen mutuamente— resulta posible que se engendre el siguiente momento de la precisión determinativa, por el cual se llega a determinar el proceso en un nivel superior, como elemento de una clase definida. La forma de existencia determinada con el carácter que le es inmediato, es simplemente su cualidad determinada. Pero esta cualidad destacada en la determinación se niega como ella misma y se diversifica como otra cualidad. A la vez, esta nueva cualidad engendra, por su diversificación, a otra cualidad más; y, así, prosigue infinitamente la determinación de las cualidades en su diversidad. En otro sentido, tenemos que la relación inmediata que se descubre en la existencia es la conexión del todo con las partes, es decir, del universo con sus componentes. El universo es el todo y consta de las partes, como su opuesto. Las partes son distintas entre sí, porque son diversidades en cierto modo independientes; pero

son partes solamente en su relación de identidad entre sí. Además, las partes son tales porque constituyen reunidas el todo. Pero esta reunión, el todo, es lo contrario y la negación de la parte. El enlace del todo con sus partes es la conexión inmediata; y, por lo tanto, como relación de la identidad que lleva consigo a la diversidad, conduce a la determinación del todo, Además, esta determinación del universo en su conjunto produce nuevas determinaciones de los procesos que lo integran como partes. Sólo que, en cada caso, lo particular es la antítesis de lo universal, del mismo modo como el universo es la contradicción de sus partes. Y, así, debiendo las partes consistir en el todo, y éste en aquéllas, resulta que, una vez el todo y otra vez las partes, es lo que se toma como base en la determinación. De esta manera, los procesos particulares sirven de apoyo para determinar al universo en su totalidad, como unidad de lo diverso; y, al mismo tiempo, el universo se utiliza como base para la determinación de sus partes, que son la diversificación de lo unitario.

Por otra parte, lo diverso se contrapone a lo idéntico, diferenciándose por su contradicción. El aspecto que se ha podido identificar consigo mismo, se distingue de los otros aspectos por la negación en que consiste su propia relación. Pero, a la vez, este aspecto idéntico se muda de sí mismo constantemente, contradiciéndose en su determinación y transformándose en un aspecto diverso. Sólo que este otro aspecto, junto con el aspecto cuya determinación engendra por oposición, se identifica nuevamente en la unificación de ambos y de su contradicción. Y esta nueva identificación produce igualmente, por sí misma, la contradicción de su negación. Lo cual lleva necesariamente a otra identificación más elevada, que las comprende en su oposición y con su contradicción. En este sentido, la transformación constante en que se encuentra todo proceso constituye una continua diversificación de la identidad. A la vez, la diversidad se intensifica constantemente, convirtiéndose primero en una oposición relativa, luego en una contradicción que agudiza el conflicto existente y, después, en un antagonismo insostenible. Por lo tanto, la diversificación de la identidad permite precisar la reflexión cognoscitiva acerca de los procesos, en ambos sentidos: como reflexión determinante y como reflexión eliminante. A su vez, la oposición contenida en la diversidad lleva a la profun-

dización de la determinación establecida. Por su parte, la contradicción mostrada en el desarrollo de la oposición hace posible el descubrimiento de las cualidades distintivas del proceso determinado. Y, finalmente, la superación del antagonismo que conduce a la formación de una nueva unidad produce en el conocimiento la determinación de esa nueva identidad.

§ 29. Magnitud, cantidad y medida

La determinación cualitativa de la existencia se precisa en la determinación de su magnitud. La magnitud es la consideración de la existencia con indiferencia respecto a la cualidad, porque ésta persiste homogéneamente. La magnitud es primitivamente, como determinación que se tiene exclusivamente en sí misma, una precisión limitada. Luego, en su desenvolvimiento, la magnitud se manifiesta en dos momentos —como cantidad y como medida—, en los cuales se supera su limitación, conectando entre sí las cualidades. Por otro lado, como la permanencia de la cualidad únicamente se mantiene dentro de ciertos límites críticos —es decir, dentro de una medida determinada de la magnitud— resulta que la medición es una manera de determinar los cambios cualitativos en la existencia. Así, la determinación de la magnitud no solamente viene a precisar la cualidad de un proceso —diferenciándolo entre el conjunto de procesos que poseen una cualidad común—, sino que, además, la magnitud cuantificada en la medida lleva a la determinación de las transformaciones cualitativas. La magnitud tiene la propiedad fundamental de ser susceptible al aumento y a la disminución. En consecuencia, las magnitudes se conectan entre sí por medio de la desigualdad. Por esto, las magnitudes son irreflexivas, ya que su relación característica no se puede aplicar a una magnitud aislada; puesto que la magnitud no puede ser mayor ni menor que sí misma. Por otro lado, la relación entre dos magnitudes es asimétrica; porque, cuando una magnitud es mayor que otra, entonces, la inversión de la relación nos muestra que la segunda magnitud es menor que la primera. En cambio, la relación entre magnitudes es transitiva, ya que del conocimiento de que una magnitud es mayor que otra magnitud y de que esta otra es, a

su vez, mayor que una tercera, se concluye que la primera magnitud es mayor que la tercera. Por otra parte, la relación entre dos magnitudes es inconsistente, puesto que tomando dos magnitudes cualesquiera se tiene que una de ellas es mayor que la otra, o bien, que es menor que ella. Por lo tanto, aquello que se determina para una magnitud no se puede atribuir, de un modo simple y directo, a otra magnitud. Ahora bien, cuando la magnitud se particulariza, entonces, se convierte en una cantidad. Y, con esta tranformación, cambian también las relaciones de comparación, puesto que las cantidades se pueden enlazar por la relación de igualdad.[3]

La cantidad tiene la propiedad elemental de la igualdad. Cuando se realiza esta igualdad entre dos cantidades, se pone de manifiesto que ambas tienen la misma magnitud. Además, con la consideración cuantitativa cambian las conexiones entre las magnitudes cuantificadas. Desde luego, la igualdad cuantitativa es reflexiva, porque su relación característica se puede aplicar a una misma cantidad; ya que una cantidad es igual a sí misma. Por otra parte, la relación entre dos cantidades es simétrica; dado que cuando una cantidad es igual a otra cantidad, entonces, esta otra también es igual a la primera. Asimismo, la relación de igualdad entre dos cantidades es consistente, puesto que es posible el caso de que una cantidad sea igual a otra; y, cuando esta posibilidad se cumple, entonces, lo que se conoce para la primera cantidad también se puede atribuir a la segunda. Igualmente, la conexión entre cantidades es una relación transitiva; ya que, de la determinación de la igualdad entre dos cantidades y entre una de éstas con otra tercera, se concluye la igualdad entre las tres cantidades.[4] Ahora bien, cuando la cuantificación se hace dinámica, por la introducción de un medio activo de comparación entre las cantidades, incluyendo tanto la igualdad como la desigualdad, se llega al momento de la medición. Para esto, es necesario reducir las distintas magnitudes a una misma unidad; porque únicamente así es como las magnitudes cuantificadas pueden ser homónimas y mensurables.

[3] Bertrand Russell, *Los principios de la matemática*, Buenos Aires-México, Espasa-Calpe, 1948, págs. 219-221.

[4] Russell, *op. cit.*, págs. 212 y sig.

La medición de las magnitudes cuantificadas es el procedimiento por el cual se establece una correspondencia biunívoca entre todas o algunas de las magnitudes de una clase y algunos o todos los números reales. Porque, como lo ha demostrado el análisis matemático, dentro de esta clase de números quedan comprendidos los procedimientos de contar —basados en la sucesión de los números naturales— y de medir —que requieren de los números fraccionarios— y, a la vez, en los números reales se expresa la conexión fundamental de causa y efecto, en sentido recíproco. Por lo tanto, cuando en un grupo de acontecimientos se determina su relación de causalidad o, bien, cuando se puede correlacionar dicho grupo con la serie dinámica del determinismo, entonces, las magnitudes cuantificadas de dichos acontecimientos son susceptibles de medida. Igualmente, cuando una serie de magnitudes es continua —en el sentido precisado por Cantor— o es semejante a una serie continua, entonces, también es posible correlacionar estas magnitudes con la clase de los números reales.[5] De esta manera, la medida constituye una superación de la determinación y, particularmente, una precisión de la magnitud determinada. Con la medida, los procesos existentes se particularizan en su concepto y, a la vez, se prepara su generalización en un nivel más elevado. Así, incluso las categorías de la ciencia se particularizan y se enriquecen en cada uno de los procesos que abarcan, por su cuantificación, por las relaciones cuantitativas que muestran y, también, por la exactitud de la medida de su variación. Ahora bien, la medición de las magnitudes cuantificadas se realiza por su comparación con la unidad establecida, y su resultado, la medida, es la multiplicidad de esa unidad. En este sentido, la precisión cuantitativa de la determinación cualitativa de un proceso incluye simultáneamente a la multiplicidad y a la unidad. Porque ya la unidad más simple lo es en virtud de su conexión, esto es, en la pluralidad; y a su vez, la multiplicidad y la unificación de ésta en un nuevo conjunto son determinadas en su relación, o sea, en la liga de lo uno con los otros. Por otro lado, la precisión cuantitativa del proceso determinado profundiza su particularización y, por lo tanto, destaca su singularidad.

[5] Russell, *op. cit.*, págs. 231-236.

Cuando el resultado de un experimento acusa la existencia de un proceso desconocido o, bien, cuando se descubre algún aspecto ignorado de un proceso ya conocido, entonces, se plantea la necesidad de formular un concepto, estableciéndolo dentro de las condiciones de la unidad. Y lo mismo ocurre cuando el nuevo conocimiento se suscita a través de un desarrollo teórico. No obstante, el conocimiento no se mantiene en el momento de la determinación singular y unitaria. Porque ningún proceso es absolutamente singular, sino que se encuentra relacionado cuantitativamente con otros procesos. Aquello que se determina para un proceso, se cumple igualmente para muchos otros. Todo proceso es, por una parte y en cierta forma, repetible dentro de ciertas condiciones; mientras que, por otro lado, son muchos los procesos susceptibles de coincidir con él en una parte de sus determinaciones. De este modo, ninguna determinación resulta exclusiva para un proceso solo; del mismo modo como, en forma inversa y correspondiente, tampoco se tiene para cada proceso una sola determinación. En el proceso cognoscitivo, este momento de la multiplicidad sigue a toda determinación unitaria. El resultado singular de un experimento, o la conclusión teórica también singular, tienen que ser comprobados necesariamente en una pluralidad de casos. Es preciso efectuar un número suficientemente grande de experimentos, o establecer la demostración de la conclusión teórica, así sea de manera limitada, para que el descubrimiento resulte operante dentro de un dominio. Entonces, la multiplicidad determinada se destaca como una multiplicación de unidades. Por su parte, la unidad y la multiplicidad se superan en el momento de la totalidad. La pluralidad, formada de unidades, se generaliza hasta comprender a todas las unidades. La determinación de las condiciones que se cumplen en un grupo de casos particulares alcanza tal precisión, que llega a incluir a todos los otros casos, desconocidos directamente, pero realmente posibles. La multiplicidad se convierte, por su extensión omnicomprensiva, en un conjunto unitario. De la unidad primitiva se engendra su multiplicación y de ésta surge la totalidad, que es también una nueva unidad. El momento de la totalidad se alcanza en el conocimiento cuando las determinaciones establecidas para un grupo de procesos se generalizan hasta adquirir validez universal. Los resultados coincidentes de

muchos experimentos ejecutados, conducen a la generalización universal de su cumplimiento. Y, del mismo modo, las conclusiones teóricas también adquieren validez universal, cuando se demuestra su cumplimiento para los tipos que representan a todos los casos posibles.

§ 30. Espacio, tiempo y movimiento

Cuando se alcanza el momento cuantitativo de la totalidad, quedan establecidas las condiciones que se cumplen universalmente, por parte de todos y cada uno de los elementos de un conjunto de procesos. Pero tal determinación no es suficiente. Es necesario considerar también a los conjuntos de procesos en sus mutuas relaciones de dependencia y de mutua determinación. Entonces, los procesos son expresados en cuanto a las conexiones de su conjunto con otros conjuntos. Y la forma elemental en que se expresa la concatenación existente entre cada proceso del universo y todos los demás, es la relación espacial.[6] El espacio constituye, así, la propiedad común a todos los procesos, en la cual se manifiesta la homogeneización de sus cualidades cuantificadas. Por lo tanto, las cualidades conocidas y cuantificadas, en tanto que permanecen relativamente inalteradas, se manifiestan como cualidades espaciales. Estas cualidades no se conectan en un orden único, sino que se integran en una serie infinita, en la cual quedan insertadas como ciclos recurrentes y con innumerables maneras de ordenación. Y todos estos ciclos, en su multitud de ordenaciones diferentes, se unifican en la característica peculiar del espacio, por su semejanza sobre las diversidades coexistentes ya determinadas. Por otra parte, el surgimiento de nuevas cualidades, o la manifestación de propiedades antes ignoradas en los procesos, se muestran como cualidades temporales. El tiempo es, así, el surgimiento de las cualidades nuevas; y, por esto, con respecto a la apariencia inmediata, se dice que las cualidades surgen en el tiempo, aun cuando, en rigor, el tiempo mismo es la nueva cualidad manifestada cuando surge. De esta

[6] Natorp, *Los fundamentos lógicos de las ciencias exactas,* trad. cit., página 67.

manera, la novedad de la cualidad, su desemejanza, es el tiempo; mientras que lo persistente de la cualidad, su semejanza, es el espacio.[7] Así, en correlación con la diversidad de la cualidad y con la homogeneidad de la cantidad, la variación o el movimiento, simultáneamente espacial y temporal, constituye la manifestación activa y característica de la existencia. Pero es necesario insistir en que el universo no se desenvuelve en el tiempo y en el espacio, sino que el tiempo y el espacio son aspectos de su desarrollo, esto es, formas de su existencia. Igualmente, el movimiento es la forma fundamental que manifiesta la existencia y es el meollo de su desenvolvimiento. El tiempo es la totalidad de las manifestaciones objetivas en un orden único, común y fundamental para todos los procesos. En tanto que el espacio es ese mismo conjunto total de manifestaciones de la existencia, incluidas como elementos en una serie de multitud de ordenaciones coexistentes. Y el movimiento es la síntesis en que se conjugan el espacio y el tiempo, en su actividad, con su contradicción y por su continua conversión mutua, como otra forma más completa de la existencia universal.

Objetivamente, el universo existe en movimiento y, por lo tanto, espacio y tiempo son condiciones inseparables de su existencia. Las formas primordiales de toda existencia particular son el espacio y el tiempo; y una existencia concebida fuera del espacio es tan absurda como lo sería una existencia concebida fuera del tiempo.[8] Ahora bien, la investigación científica avanza constantemente en el descubrimiento de las propiedades espaciales y temporales de los procesos existentes, enriqueciendo la determinación del tiempo y del espacio y, por consiguiente, ampliando y profundizando continuamente los conceptos de espacio y de tiempo. Pero, no obstante, la objetividad del tiempo y del espacio no se aniquila por la transformación de los conceptos formulados acerca del espacio y del tiempo; del mismo modo como la variación de los conocimientos científicos sobre la estructura y las formas del movimiento, tampoco refuta la existencia objetiva del movimiento en el universo. Por lo contrario,

[7] Christopher Caudwell, *Further studies in a dying culture,* London, The Bodley Head, 1949, págs. 219, 220 y 240.

[8] Engels, *Anti-Dühring,* ed. cit.; Sección Primera, V. El tiempo y el espacio, pág. 43.

este progreso en el descubrimiento y en la determinación de las propiedades del movimiento, del tiempo y del espacio, confirma reiteradamente su objetividad y mejora su representación cognoscitiva.[9]

El punto crucial de la teoría de la relatividad, con la cual se ha forjado la concepción contemporánea, científica y dialéctica, del espacio y del tiempo y de su variación o movimiento, se encuentra en la revisión radical de los conceptos de la física clásica. Partiendo de las ecuaciones de transformación de H. A. Lorentz para el cambio de coordenadas entre dos sistemas de referencia que se mueven el uno respecto del otro, la teoría de la relatividad ha sustituido el concepto de *intervalo-de-espacio,* o distancia, independiente del concepto de *intervalo-de-tiempo* entre dos acontecimientos cualesquiera, por el concepto más comprensivo del *intervalo-continuo-de-espacio-tiempo.* Espacio y tiempo han perdido así su carácter absoluto de formas separadas e independientes de la existencia. Pero el descubrimiento de esta relatividad del intervalo espacial y de la simultaneidad temporal no significa la refutación de la objetividad del espacio-tiempo, sino que pone de manifiesto el carácter relativo del movimiento. Se ha derrumbado, por lo tanto, la separación metafísica entre el espacio y el tiempo, para concebir a éstos como absolutos y objetivos, pero no en su mutua separación, sino en su relación recíproca, en su carácter conjugado e inseparable, en la interconexión dialéctica en que consiste su existencia objetiva.[10]

La consideración de la infinitud del espacio y del tiempo, en su conexión indisoluble, constituye la formulación espacio-temporal de la increabilidad y de la indestructibilidad del movimiento. El universo es único y continuo, es un conjunto simple e inseparable; pero, al mismo tiempo, es discontinuo, posee estructura atómica y es divisible infinitamente. Estas propiedades del universo determinan las propiedades correspondientes de continuidad y de discontinuidad del espacio y del tiempo, tal

[9] Lenin, *Materialismo y empiriocriticismo,* Moscú, Ediciones en Lenguas Extranjeras, 1948, pág. 195.

[10] Jorge Kursanov, "Espacio y tiempo, formas de existencia de la materia"; en *Dialéctica,* La Habana, Vol. VI, núm. 11, marzo-abril de 1944, págs. 147-183.

como se muestran directamente en el movimiento. La discontinuidad del movimiento se expresa en el número infinito de momentos en que se puede descomponer, los cuales son simultáneamente, y en su íntima relación, espaciales y temporales. Por lo tanto, el tiempo y el espacio se pueden cuantificar en fracciones infinitesimales, es decir, que poseen la cualidad de la puntualidad o de la divisibilidad infinita. Pero, además, la continuidad del movimiento se manifiesta como el desenvolvimiento de cambios continuos de sus momentos discontinuos, los cuales se encuentran en estrecha unidad y determinan, a su vez, la continuidad del tiempo y la continuidad del espacio.[11]

Junto con las propiedades que tiene en común con el tiempo, el espacio posee también dos propiedades específicas fundamentales. Éstas son la tridimensionalidad y la conexión. Las tres dimensiones del espacio son objetivas, puesto que toda determinación del universo las incluye necesariamente. En el continuo espacio-tiempo de cuatro dimensiones, hay que tener presente que es el tiempo el que se introduce como una cuarta dimensión singular, en tanto que el espacio sigue siendo, en todo caso, tridimensional. Por otra parte, es posible establecer matemáticamente espacios de un número cualquiera de dimensiones; y, lo que es más, dentro de la matemática se puede representar a un espacio de cierto número de dimensiones, en otros espacios de distinto número de dimensiones. Así, podemos transformar matemáticamente, mediante una representación de este tipo, al espacio tridimensional en un espacio tetradimensional o polidimensional. Pero, en tal caso, la representación lograda no resulta ser completamente unívoca y continua y, además, se despoja al número de dimensiones espaciales de su significación objetiva y se pierde la continuidad de la conexión causal. En consecuencia, el número dimensional *tres* del espacio es el único en el cual resulta posible la manifestación del orden causal continuo de la existencia. Por lo demás, este número preciso de dimensiones es un resultado de la experiencia, que se reitera incesantemente en los resultados de la investigación. Por consiguiente, la teoría matemática de los espacios de más de tres dimensiones no tiene significación física, sino que constituye

[11] Kursanov, *op. cit.*

únicamente un instrumento matemático definido para estudiar conjuntos de objetos, con respecto a un número cualquiera de sus propiedades comunes. La otra propiedad específica del espacio, la conexión, se define como la proximidad infinita de los puntos del espacio. Esto quiere decir que en el entorno de un punto cualquiera del espacio, siempre existe un número infinito de puntos situados a una distancia menor que una longitud cualquiera, por pequeña que ésta sea. Y, como se obtiene el mismo resultado al examinar sucesivamente los entornos de cualesquiera puntos, se tiene entonces que a todos los puntos del espacio se encuentran infinitamente próximos, ya sea de manera directa o indirecta. La conexión del espacio es, por lo tanto, la propiedad que expresa su continuidad física, como una forma de la existencia única e infinita del universo. La conexión, como propiedad geométrica, tiene como contenido físico al espacio material y, en consecuencia, se encuentra condicionado por los campos de fuerzas existentes en el propio entorno que se considere.[12] Porque, tal como se ha comprobado experimentalmente, las propiedades espaciales dependen fundamentalmente de la distribución de las masas y de las energías actuantes en los procesos que muestran dichas propiedades espaciales. Con este descubrimiento, han desaparecido completamente de la física las hipótesis de la ficticia acción a distancia y del éter fantasma. Y, al propio tiempo, se ha confirmado más aún, cómo el espacio no es independiente de los procesos existentes, ni constituye tampoco una especie de recipiente en el cual estuvieran inmersos los objetos; sino que, por lo contrario, el espacio es simplemente el conjunto de las propiedades espaciales que son inherentes a los procesos y constituyen una de sus formas de existencia.

Por su parte, el tiempo tiene igualmente dos propiedades específicas fundamentales, además de sus cualidades comunes con el espacio. Estas propiedades son la monodimensionalidad y la irreversibilidad. El tiempo es monodimensional y, por lo tanto, queda completamente definido por una coordenada única. La posición de un móvil en el continuo espacio-temporal se encuentra definida necesaria y suficientemente por tres coordenadas

[12] Kursanov, *op. cit.*

espaciales y una sola coordenada temporal. Pero es indispensable que no se confunda la dimensión temporal única con las tres dimensiones espaciales y, en consecuencia, tanto éstas como aquélla deben ser consideradas con sus características propias. A más de esto, en la variación de las coordenadas espaciales y temporales, producida con el movimiento, es necesario tomar en cuenta la influencia que los cambios temporales ejercen sobre las manifestaciones del espacio y, a la vez, la influencia que los cambios espaciales tienen, recíprocamente, sobre el curso del tiempo. La otra propiedad específica del tiempo, la irreversibilidad de su curso, consiste en que el tiempo fluye en una dirección simple y en un sentido único. En el curso del tiempo distinguimos el pasado, el presente y el futuro, dentro de su desenvolvimiento en un sentido definido y en un orden que no es intercambiable. Es cierto que la física relativista ha comprobado que un acontecimiento que ya ha pasado con respecto a cierta posición espacial, estará ocurriendo apenas en presente para otra posición espacial, y aún más, irá a ocurrir en el futuro para otra posición espacial diferente. Pero esta superposición del pasado con el presente y con el futuro, respecto a diversas posiciones espaciales, no implica alteración alguna del orden temporal para cada posición espacial definida. En rigor, lo que se muestra en tal coincidencia de momentos temporales distintos, es esa característica que ya hemos señalado para el espacio, de constituir una serie infinita de ordenaciones distintas y coexistentes. Además, para que esta superposición temporal se manifieste, es necesario que las posiciones espaciales consideradas se encuentren separadas por distancias astronómicas. Por lo tanto, la historia nunca puede regresar y volver a empezar. Porque la duración es el desarrollo eterno de la existencia universal en un sentido irreversible; aun cuando la simultaneidad temporal de este desenvolvimiento no lo sea entre acontecimientos presentes para todas las posiciones espaciales. A más de esto, en la imposibilidad de que el curso del tiempo cambie de sentido, se muestra igualmente la duración infinita del universo, como una forma fundamental de su existencia.[13] Por otro lado, este orden temporal irreversible se muestra también, de manera ob-

[13] Kursanov, *op. cit.*

jetiva, en la conexión causal que resulta de la acción recíproca entre todos los procesos existentes. Por último, el tiempo no es independiente de los procesos objetivos, ni tampoco es un orden exterior en el cual transcurran los procesos; sino que, en rigor, el tiempo es sencillamente el conjunto de las propiedades temporales contenidas en los procesos y que les son inherentes como modalidades de su existencia.

Ahora bien, la existencia objetiva del universo se manifiesta como existencia de la materia en movimiento. Pero este movimiento está ligado con la variación de la ubicación de unos objetos con respecto a otros, los cuales se toman como puntos de referencia y, entonces, resulta que ninguno de estos objetos se puede considerar como absolutamente inmóvil, ya que los movimientos son siempre relativos entre sí. Por lo tanto, la permanencia no tiene otro significado que el mantenimiento transitorio de un punto de referencia, para hacer posible la determinación del movimiento. Toda persistencia es, así, persistencia del movimiento. El concepto mismo de la conservación constituye la formulación de la indestructibilidad del movimiento; y tiene validez universal únicamente como determinación del movimiento. Por otra parte, todo proceso es, por su movimiento, una conjugación activa del espacio con el tiempo. Espacio y tiempo se unifican, junto con la contradicción que los opone, en la síntesis superior del movimiento. Sin embargo, el movimiento no constituye nunca una unidad simple. Porque siempre contiene, en sí mismo y por sí mismo, los elementos antagónicos de la continuidad y de la discontinuidad, en variados aspectos. Al propio tiempo, una forma cualquiera de movimiento siempre es susceptible de engendrar, también en sí mismo y por sí mismo, a las otras formas del movimiento. Esto se encuentra claramente expresado en la ley de la conservación y de la transformación de la cantidad de movimiento. Por lo tanto, aun el movimiento considerado como más simple, está constituido por la composición de otros movimientos; de tal manera que no es posible mantener a forma alguna del movimiento como primaria, sino únicamente dentro de restricciones definidas y con carácter relativo.[14]

[14] A. Maximov, *Introducción al estudio contemporáneo de la materia y el movimiento,* Buenos Aires, Editorial Futuro, 1946, págs. 27, 118 y 119.

Por otra parte, el movimiento es el proceso en el cual se opera la transición continua del tiempo en espacio y de éste en tiempo. A la vez, el movimiento sólo se puede concebir como movimiento material del universo y, recíprocamente, la consideración más elemental de la materia es como materia en movimiento. Por lo tanto, la materia muestra su existencia en la relación de espacio y tiempo, como una identidad latente, mientras que, en el movimiento, la propia materia se muestra en su actividad espacio-temporal, como una translación continua. De esta manera, la materia tiene como formas primordiales de su existencia, en modo inherente e inseparable, a la persistencia objetiva del espacio, del tiempo y del movimiento. Y justamente por su persistencia objetiva es que se excluye cualquier separación absoluta que pudiera intentarse, abstractamente, entre el movimiento, el tiempo y el espacio, o con respecto a la multitud de aspectos en que se muestran y se conforman mutuamente.[15] En su significación más general, el movimiento comprende a todas las variaciones y transformaciones que ocurren en el universo, desde el simple cambio de lugar hasta el pensamiento humano. Por su inherencia y su inseparabilidad de la existencia objetiva, el movimiento es indestructible e increable como la propia existencia universal. Por consiguiente, las diferentes formas y variedades de la existencia se manifiestan por medio de las distintas clases de movimiento y únicamente en su movimiento es que es posible reconocerlas y determinarlas. Incluso en su aspecto más elemental, el movimiento comprende siempre la aproximación y la separación, la contracción y la expansión, la atracción y la repulsión. Además, también desde sus modalidades más simples, todos los movimientos están interconectados, se influyen recíprocamente y se transforman entre sí. El movimiento, en todas sus formas, lleva en su seno a la contradicción, y es esta contradicción interna la que impulsa su desarrollo. Por otro lado, por el desenvolvimiento de su contradicción peculiar, toda forma de movimiento es infinitamente rica en manifestaciones y contiene una infinidad de momentos distintos. Por lo tanto, el movimiento del pensamiento reproduce al movimiento

[15] Hegel, *Enciclopedia,* ed. cit., *Filosofía de la naturaleza,* § 260 a 264, págs. 176-180.

de los procesos exteriores, siguiendo el devenir creador del universo en su desarrollo, en sus antecedentes y en su estructura interna. De este modo, el pensamiento expresa y refleja en su movimiento, de un modo aproximado y en cierta manera, al movimiento del universo. Y solamente en un límite asintótico, mediante un análisis infinito del conocimiento, es que el pensamiento puede llegar a coincidir exactamente en su movimiento con el movimiento del universo. Por lo tanto, entre el movimiento objetivo de los procesos existentes y su determinación cognoscitiva en el movimiento del pensamiento, se mantiene constantemente una contradicción relativa; la cual, no obstante, se supera continuamente por los nuevos aspectos del movimiento del universo que se ponen al descubierto, y por la determinación penetrante que de ellos se hace en el conocimiento.[16]

§ 31. Posibilidad, contingencia y necesidad

La determinación de los procesos en su movimiento expresa la acción recíproca universal que se manifiesta entre todos ellos. Esta acción recíproca también existe entre el conocimiento y los procesos conocidos; y, en consecuencia, es necesario elevar la determinación hasta incluir en ella la precisión de esta mutua conexión. Con esta precisión se establece el grado en que la determinación de un proceso corresponde a su existencia. Entonces, la relación determinada entre un proceso y otros procesos es investigada en su cumplimiento, para saber si dicha relación debe considerarse como posible, esto es, como una hipótesis o, bien, como un hecho comprobado aunque no deducido o derivado o, en fin, si es una consecuencia de leyes generales y, por lo tanto, exhibe su necesidad en virtud de estas leyes. En la posibilidad, se establecen anticipaciones acerca de los enlaces del proceso, basadas en los conocimientos anteriores y exigidas por sus resultados; pero, estas anticipaciones tienen que ser llevadas a prueba en la ejecución de experimentos, para

[16] Acerca del espacio, el tiempo y el movimiento, se encuentra un tratamiento más amplio en el libro del autor *Dialéctica de la física,* ed. cit., págs 32-193.

resolver en definitiva sobre su posibilidad o su imposibilidad. En la ejecución de estos experimentos se comprueba si lo propuesto como posibilidad se mantiene a lo largo del desarrollo cognoscitivo del proceso, como una experiencia contingente. Por último, la reiteración de su cumplimiento dentro de la variación de todas las condiciones posibles, permite la elevación a una determinación superior, a un conocimiento más general, que constituye la significación de la necesidad científica, con la consiguiente formulación de una ley de validez universal, dentro de las condiciones en que se ha establecido.

Como identidad en general, el universo es primeramente posibilidad y, por ello, se postula como hipótesis fundamental en el conocimiento. Esta posibilidad, con todo lo fundamental que es para la determinación del universo, no obstante, al principio es sólo posibilidad. La posibilidad comienza, así, como la forma simple de la identidad, cuya regla formal es la de que lo postulado no se contradiga a sí mismo. De este modo, resulta que todo es posible; puesto que, por medio de la abstracción, se puede dar esta forma a todo contenido. Sólo que, al propio tiempo, también resulta que todo es imposible; ya que para todo contenido, en cuanto es concreto, se puede tener como determinada a la expresión de la antítesis y, por consiguiente, a su contradicción.[17] Ahora bien, la posibilidad científica se constituye sobre bases objetivas y plantea la posibilidad de probar su propia objetividad. Pero, a la vez, el planteamiento de esta posibilidad incluye la alternativa de que lo postulado resulte ser posible o imposible al ser sometido a prueba. Porque, aquello que es simplemente posible, abre la posibilidad de lo contrario, esto es, de lo imposible. De esta manera, la posibilidad está constituida por la contradicción entre la imposibilidad y la posibilidad. En su desenvolvimiento, la posibilidad implica dos momentos posibles: un momento positivo, de confirmación de la posibilidad; y un momento negativo, de refutación de la misma posibilidad. Cuando se resuelve la contradicción en el momento negativo de la posibilidad, se tiene la determinación de la imposibilidad. En tanto que, en su momento positivo, la posibilidad conduce a una contingencia determinada.

[17] Hegel, *Enciclopedia*, ed. cit., *Lógica*, § 142 a 145, págs. 110 y sig.

La contingencia es el momento de la posibilidad superada, por su comprobación positiva en la manifestación de lo existente. Pero en esta manifestación de la existencia está incluida igualmente la contingencia de su inexistencia como manifestación futura. Esta manifestación contingente es, por lo tanto, una posibilidad con respecto a las nuevas pruebas de su existencia. Sin embargo, como posibilidad realizada positivamente, la contingencia manifiesta cierra el camino a la imposibilidad general, aun cuando sigue conteniendo la posibilidad de no cumplirse en un caso particular. Por otro lado, el cumplimiento contingente de una determinación tiende a su superación y, por lo tanto, es una condición para su propio desenvolvimiento. En su desarrollo, esta manifestación contingente sigue un curso en espiral, pasando por las determinaciones sucesivas y alternadas de la posibilidad propuesta y la existencia inmediata. Este movimiento de la contingencia es actividad, mostración de la existencia universal que se suprime como mera posibilidad, convirtiéndose en existencia concreta; y, al mismo tiempo, la contingencia es expresión de la existencia accidental y de las condiciones de su manifestación.[18] De esta manera, la contingencia se abre paso entre la multitud de posibilidades que son puestas al descubierto en su mismo desarrollo. La contingencia comienza, así, como una posibilidad realizada; y se desenvuelve a través de la reiterada realización de las posibilidades que contiene en sí misma. Ahora bien, cuando el desarrollo de las manifestaciones de la existencia supera esta alternación recurrente entre la posibilidad y la contingencia, y se muestra como un resultado del cumplimiento de todas las condiciones determinadas, entonces, el conocimiento se eleva al momento de la necesidad.

Así, la necesidad se abre paso entre una multitud de manifestaciones contingentes y se constituye como unidad de la posibilidad, de la contingencia y de la contradicción entre ambas. Las condiciones determinadas como base de la necesidad se suponen como circunstancias contingentes que, sin embargo, ingresan en el contenido del proceso y lo conforman en su desarrollo. Por su parte, el proceso mismo es también, al principio, un supuesto que llega a mostrarse como existente por el cumpli-

[18] Hegel, *Enciclopedia,* ed. cit., *Lógica,* § 145 a 147, págs. 111 y sig.

miento de dichas condiciones; es decir, por la realización de las determinaciones de su contenido. De este modo, el proceso se muestra conforme a sus condiciones y procede de ellas. Además, la consumación que se realiza entre lo supuesto y la existencia, es posible solamente en las condiciones determinadas para el proceso en cuestión. Estos tres momentos integran el curso que conduce al establecimiento de la necesidad determinada. Pero esta necesidad tiene siempre una validez limitada. Lo que es necesario, lo es así por intermedio de otras conexiones y en las manifestaciones inmediatas y contingentes de la existencia; las cuales constituyen, a la vez, su condición elemental. Ya que la única necesidad completamente incondicionada es la propia existencia del universo; pero ésta, por sus mismas características, nunca puede ser determinada en forma absoluta.[19] Cuando se afirma que el universo es íntegramente necesidad, se está determinando únicamente su existencia como totalidad. Pero solamente ante la manifestación de la contingencia es que se muestra plenamente la necesidad concreta. Porque lo necesario tiene como condición ineludible a lo contingente, aun cuando la necesidad sea, a su vez, la condición indispensable para la determinación de la contingencia misma.[20]

En la propia necesidad se pueden distinguir tres momentos diferentes. En primer lugar, la necesidad externa es, estrictamente, la necesidad fortuita. En este caso, las condiciones en que se manifiesta la necesidad son inmediatas; y, como la existencia inmediata es una posibilidad, estas condiciones pueden ocurrir o no. Por consiguiente, las causas condicionantes y su resultado, el proceso producido como efecto, encierran un contenido enteramente distinto. Entonces, el efecto es completamente diverso a las condiciones puestas y, por lo tanto, la necesidad se realiza como una mera contingencia. Por otra parte, la necesidad interna consiste en la correspondencia entre el resultado y su motivo. Lo que se manifiesta impulsado por una necesidad interior, se muestra de tal modo que el resultado acusa lo que se supuso de antemano, coincidiendo con sus condiciones y realizándose en ellas. El efecto producido es la realización de lo que entrañan las condiciones y la manifestación de este

[19] Hegel, *Enciclopedia,* ed. cit., *Lógica,* § 147 a 149, págs. 112 y sig.
[20] Dewey, *La experiencia y la naturaleza,* ed. cit., pág. 209.

contenido en su particularización.[21] Las leyes establecidas por la ciencia expresan justamente esta necesidad interna; ya que afirman el cumplimiento universal de ciertas consecuencias que se derivan de modo definido e ineludible de ciertas condiciones. Por lo tanto, en este caso, las condiciones son necesarias y suficientes para que se produzca la consecuencia. Finalmente, como momento superior de la necesidad determinada, la necesidad universal expresa la implicación de los procesos más generales, como condicionantes de los procesos más particulares del universo. La necesidad interna se exterioriza como necesidad universal, en tanto que pone de manifiesto a los procesos de mayor generalidad, en el desenvolvimiento de los menos generales. La expresión de esta necesidad se intensifica y se hace densa, en relación directa con la extensión de la validez de las leyes en que se define. Un principio será más o menos necesario, conforme a la mayor o menor amplitud de las clases de procesos que comprenda y al número de estas clases. Además, la necesidad de un principio implica su función como fundamento de los procesos en los cuales se cumple. En este sentido, los principios de la lógica poseen mayor necesidad que los principios de la geometría; aun cuando estos últimos sean modos de expresar un elevado grado de necesidad. Y, por su parte, los dos postulados fundamentales del conocimiento se destacan como los principios de máxima necesidad. No obstante, la necesidad se acusa, a la vez, en razón inversa a la generalidad de la determinación y, por lo tanto, tiene su mayor cumplimiento definido en tanto que es más profundo el grado de su particularización.

Apéndice III

El principio de identidad y el principio de diversidad

El principio de identidad, en el sentido formal, adopta cuatro expresiones distintas. Cuando se aplica al concepto, afirma que todo objeto es idéntico a sí mismo, esto es: $x = x$. Cuando se refiere a la formulación del juicio, establece que un objeto es igual a otro objeto, o sea: $x = y$, cuando, y sólo cuando, todo

[21] Bloch, *El pensamiento de Hegel,* ed. cit., pág. 148.

lo que se pueda decir del primero, x, también se pueda decir sobre el segundo, y. En lo que atañe a la inversión del juicio, sostiene que si un objeto es igual a otro, es decir, $x = y$, entonces, este segundo objeto es asimismo igual al primero, $y = x$. Con respecto a la inferencia, implica que si un objeto es igual a otro: $x = y$, y este segundo objeto también es igual a un tercero: $y = z$, entonces el primer objeto también es igual al tercero: $x = z$. También indica que, cuando dos conceptos x e y son iguales respectivamente a un tercer concepto, z, esto es: $x = z$, $y = z$, entonces dichos conceptos x e y son iguales entre sí, o sea: $x = y$. Este principio formal se puede aplicar universalmente y sin restricciones a las operaciones lógicas. Por una parte, se considera que todo concepto es rigurosamente inmutable, ya que la menor variación viola su identidad. Por otro lado, se le constituye en criterio de verdad, señalando que la identidad parcial entre los dos términos corresponde necesariamente a la verdad del juicio. En fin, en la inferencia se tiene también a la identidad parcial entre los tres términos como prueba suficiente de que la conclusión es verdadera. De este modo, se manifiesta nuevamente una imagen petrificada del conocimiento, en la cual lo establecido de una manera y en forma determinada, se mantiene como tal de una vez y para siempre; sin que sea posible considerar cambio alguno, porque su admisión constituiría una negación de su identidad, independientemente de la menor o mayor cuantía de ese cambio. Al mismo tiempo, las relaciones judicativas y las inferencias en las cuales se enlazaran tales conceptos, eternamente idénticos a sí mismos, no serían otra cosa que juegos triviales, por medio de los cuales se estaría comparando monótonamente a esos conceptos que siempre seguirían siendo unos y los mismos. Ahora bien, en rigor, la completa identidad entre dos o más objetos los hace indiscernibles y, entonces, resulta enteramente imposible su identificación individual. Esto ocurre, por ejemplo, con las diversas especies de partículas elementales descubiertas en la física cuántica que, por ser completamente idénticas entre sí —en el nivel actual del conocimiento científico— no pueden ser identificadas singularmente; y, por ello, cuando se hacen dos observaciones sucesivas es imposible saber si se trata de dos manifestaciones de una misma partícula o de dos partículas de la misma especie.

Esta supuesta ley del pensamiento, o 'principio lógico supremo', ha sido refutada por la ciencia, junto con la metafísica entera. Porque el juicio científico no es esa inútil identificación de lo mismo con lo mismo; sino que, por lo contrario, como conexión funcional entre dos términos conceptuales, se puede representar por una ecuación matemática. En una ecuación, se establece la igualdad entre sus miembros, la cual se cumple solamente dentro de las condiciones que se encuentran implicadas en la relación misma. Así, por ejemplo, la ecuación $x^2 + 3x = 10$, únicamente se verifica en el caso de que la incógnita sea igual a 2, o bien a -5, y no se cumple para ningún otro valor. Aun en el caso de que se tenga una identidad matemática, como en la expresión: $(x + y)^2 = x^2 + 2xy + y^2$, en cuyo caso se dice que tiene cumplimiento para cualesquiera valores de x y de y; sin embargo, no se trata de una identidad absoluta, puesto que dichos valores 'cualesquiera' deberán llenar ciertas condiciones. En este caso particular se tiene, por lo menos, la condición de que dichos valores sean números complejos.[22] Por lo tanto, no cabe duda de que es posible establecer abstractamente la identidad absoluta de algo consigo mismo; pero también es indudable que la identidad tautológica de que: $a \equiv a$, no conduce a nada, ni sirve para dar un solo paso en el conocimiento.

Contradiciendo a la identidad rígida, la ciencia ha llegado a determinar que todo proceso del universo se encuentra en constante transformación y que, por lo tanto, constituye un conflicto entre lo que ya ha sido y aquello que llegará a ser. Toda manifestación corresponde, entonces, a una unificación transitoria en-

[22] Los vectores no pueden ser elevados a una potencia y tampoco se suman como los otros números, por lo tanto, esa identidad no se cumple entre vectores. En efecto, cuando dos vectores de la misma magnitud x tienen la misma dirección y el mismo sentido, el resultado de su suma es $2x$. Pero, cuando tienen la misma dirección y sentidos opuestos, entonces el resultado de la suma de esos dos vectores de igual magnitud x, es cero. Y, cuando dichos vectores tienen direcciones diferentes, su suma es la diagonal del paralelogramo definido por los propios vectores y, como es fácil de advertir, la magnitud de esa diagonal siempre es menor que $2x$. En consecuencia, la suma de dos vectores de igual magnitud puede tener cualquier valor comprendido entre 0 y $2x$, inclusive, dependiendo de la posición en que se encuentren. O sea, que la suma de dos vectores de la misma magnitud se expresa así: $0 \leqq (x + x) \leqq 2x$.

tre opuestos; y, en primer término, a la de la identidad ya lograda con la diversidad en que se está convirtiendo. En rigor, la identidad corresponde a lo inmediato de la reflexión y, por esto, a la manifestación aislada de un proceso, que se considera abstractamente y de manera transitoria como una manifestación única. Entonces, el mantenimiento de la identidad, en tanto que se considera al proceso en un solo nivel del conocimiento y en cuanto se le toma relativamente como estable, es empleado por el conocimiento científico como condición para evitar confusiones en la deducción y para destacar, en la exposición, las relaciones entre las diversas manifestaciones de un proceso. Sin embargo, la propia reflexión inmediata lleva implicada su negatividad, o sea, su diferencia; correspondiendo así con la diversificación que el proceso muestra en su propia manifestación. La diversidad que se acusa en la identidad es, por sí misma, la falta de identidad, es decir, la desigualdad. Entonces, junto con el principio de identidad es indispensable considerar el principio de diversidad. Este principio se puede enunciar, sencillamente, del modo siguiente: No existen dos manifestaciones de un mismo proceso que sean estrictamente iguales y, por lo tanto, la determinación como x de un proceso, implica necesariamente su determinación como no-x. Tampoco existen dos procesos rigurosamente iguales y, por consiguiente, la determinación del proceso y, implica la determinación de los otros procesos que no son y. Por último, si z es un proceso diverso de los otros procesos de su clase, entonces no es z en general, sino un z definido y preciso.[28]

Apéndice IV

Necesidad y suficiencia

Para que el juicio tenga validez, es preciso que se cumplan ciertas condiciones determinantes. En general, estas condiciones son de dos clases: necesarias y suficientes. Las condiciones necesarias son aquellas que resultan imprescindibles para el cumplimiento de la relación formulada en el juicio; de tal modo que basta con que una sola de ellas no se presente, para que por eso mismo la relación no se verifique. En cambio, las condiciones sufi-

[23] Hegel, *Ciencia de la lógica,* ed. cit.; tomo II, págs. 36, 44 y 50.

cientes son aquellas cuya presentación implica ineludiblemente el cumplimiento de la conexión judicativa; sin que por esto sean ineludibles las condiciones mismas. Por lo tanto, con mayor precisión, las condiciones pueden ser de tres clases: *1)* necesarias, pero no suficientes; *2)* suficientes, pero no necesarias; y *3)* necesarias y suficientes. Las condiciones simplemente necesarias son indispensables, pero por ellas solas no se realiza la conexión. En cambio, el cumplimiento de las condiciones simplemente suficientes verifica la relación; pero, puede no presentarse alguna de ellas, con tal que se cumpla otra condición suficiente o un grupo suficiente de condiciones necesarias. Por último, las condiciones necesarias y suficientes, a la vez que son ineludibles, realizan el juicio en su conjugación. Además, las condiciones se encuentran enlazadas de muchos modos, en tal forma que dos condiciones necesarias que sean insuficientes aisladamente se pueden convertir en suficientes cuando coexisten; también, una condición que sea necesaria para un caso general puede ser suficiente para un caso particular; igualmente, una condición necesaria para un caso específico puede no serlo, en cambio, para el caso general; y, así, existen otras muchas relaciones entre las condiciones que determinan una conexión judicativa.

En la demostración de un juicio se tienen que determinar las condiciones implicadas para su cumplimiento. Es decir, que es preciso examinar sus relaciones con los otros juicios que lo condicionan, por lo que se refiere a su carácter necesario, a su suficiencia y a su necesidad suficiente. En estas relaciones entre un juicio y sus condicionantes, se expresa justamente la conexión existente entre los procesos que han quedado determinados cognoscitivamente por medio de dichos juicios. Por esto es que los principios formales de la lógica son generalmente necesarios y, siempre, son insuficientes para la demostración. De esta manera es como la lógica dialéctica, sin agotarse en las leyes de la lógica formal, se vale de ellas y las observa, como condiciones casi siempre necesarias, pero nunca suficientes para el desarrollo del conocimiento científico. Además, debido a su insuficiencia lógica es que los principios formales pueden conducir a la especulación metafísica; como lo prueba la posibilidad de que se construyan sistemas especulativos, con fundamento exclusivo en la deducción formalista.

Para terminar, nos remitimos a un ejemplo claro de la función lógica de las condiciones necesarias y de las condiciones suficientes en la deducción. Este ejemplo lo tenemos en la demostración del teorema aritmético que establece el cumplimiento de la ley conmutativa para la multiplicación; esto es, que: $x \cdot y = y \cdot x$. Una condición necesaria para el cumplimiento de esta relación, es la validez del producto: $0 \cdot 0 = 0$. En cambio, el cumplimiento del producto: $x \cdot 0 = 0 \cdot x$, es suficiente para el caso particular en que se tenga: $y = 0$; pero es insuficiente para el caso general. Otra condición necesaria, pero no suficiente, es la de que el producto del sucesor de un número —es decir, del número que le sigue en el orden de la serie de los números naturales— por otro número sea igual al producto de los dos números, más el segundo; esto es que: $(x + 1) \cdot y = x \cdot y + y$. Finalmente, la condición necesaria y suficiente es la de que el producto del sucesor de un número, por el sucesor de otro número, sea igual al producto del primer número por el sucesor del segundo y más el sucesor del segundo; o sea, que: $(x + 1) \cdot (y + 1) = x \cdot (y + 1) + (y + 1)$. Porque del cumplimiento de esta condición se desprende, por inducción, la validez del teorema y, por lo tanto, la certeza de que: $x \cdot y = y \cdot x$.[24]

[24] Narciso Bassols Batalla, *Deducción de un fragmento de la aritmética como modelo de ciencia deductiva.* Tesis para optar al grado de Maestro en Ciencias Matemáticas, México, 1947, págs. 25 y sig.

VII. TEORÍA DEL JUICIO

§ 32. Determinación del juicio

La determinación cognoscitiva tiene su expresión más caracterizada en el juicio. Porque el juicio es la forma del pensamiento en que se establece la relación determinante. Por medio de la función judicativa se fijan relativamente los puntos de referencia que indican los momentos del devenir dialéctico del conocimiento. Este devenir es la unidad contradictoria de la existencia y de su negación en la particularización del fenómeno. La diversidad entre lo universal y lo particular se resuelve en una nueva unidad, que suprime la oposición, produciendo la determinación de lo existente. Pero esta determinación primaria ya contiene, en sí misma, el germen de su indeterminación posterior. El planteamiento de nuevos problemas, a partir de los conocimientos establecidos, niega el carácter determinado de éstos y los constituye en condiciones para otra determinación que, a su vez, presentará nuevas indeterminaciones; y, así, en un proceso sin término. Estas determinaciones relativas son las que quedan plasmadas en el juicio, el cual tiene así un doble carácter. Por una parte, es el término de una determinación, mientras que, por otro lado, es la base para otra determinación distinta. Además, todo juicio científico es originalmente una hipótesis, en la cual se postula la interpretación racional del resultado de un experimento, o el producto de un desarrollo teórico fundado en bases experimentales. Por consiguiente, el juicio es una proposición susceptible de modificación, que se formula justamente para ser sometido a la prueba del experimento. Y sólo mediante su comprobación necesaria y suficiente es que el juicio científico se eleva al rango de ser una expresión objetiva.

A pesar de la diferente extensión que pueden poseer independientemente los conceptos que intervienen en un juicio, su relación judicativa implica necesariamente el que se identifiquen

cuantitativamente. Puesto que el juicio constituye la expresión de la función que liga entre sí dos términos conceptuales, ambos deben coincidir en su extensión dentro del juicio, para poder abarcar definidamente a todos los casos incluidos en la relación judicativa. La cuantificación del sujeto ha sido reconocida desde Aristóteles, sirviendo de base para la clasificación de los juicios en singulares, particulares y universales. Pero, en cambio, solamente mucho después fue que Ploucquet introdujo en la lógica la consideración de la cuantificación del predicado en el juicio,[1] y que, más adelante, Hamilton formuló su teoría correspondiente.[2] Esta consideración cuantitativa del predicado desempeña un papel imprescindible en la conversión que se hace necesario ejecutar constantemente entre los juicios, para arribar a conclusiones determinadas. En rigor, en todas las operaciones lógicas a que son sometidos los juicios interviene la cuantificación, tanto del sujeto como del predicado. Por otra parte, la misma consideración del juicio como expresión de la función que enlaza a sus términos, solamente es compatible con la condición de que ambos términos sean cuantificables. En todo juicio se establece una comparación cuantitativa, ya sea definida o indefinida, entre la extensión de los conceptos que constituyen los términos relacionados; porque la extensión del concepto es enteramente cuantificable y, por lo tanto, es susceptible de resultar equivalente en la comparación. En cambio, la intensidad de los conceptos es una magnitud que no se puede cuantificar con exactitud. En consecuencia, la intensidad de los términos conceptuales únicamente queda relacionada en el juicio como una conexión de desigualdad, que produce el resultado de su determinación o de su eliminación, tal como queda expresada en el propio juicio.

En rigor, el juicio tiene únicamente dos términos lógicos, que se encuentran ligados funcionalmente. En virtud de esta relación funcional se puede hacer variar a uno de los términos en forma independiente; determinando entonces variaciones correspondientes en el otro término, que dependerán de las que experimente el primero, para el mantenimiento de la relación establecida.

[1] Gottfried Ploucquet, *Principia de substantiis et phaenomenis, accedit methodus calculandi in logicis ab ipso inventa,* 175?

[2] William Hamilton, *New Analytic of Logical Forms,* 1846.

Pero toda función que se establezca entre dos términos conceptuales es recíproca. Por lo tanto, en un caso se puede asignar a uno de los términos el carácter de variable independiente, resultando ser el otro una variable dependiente; pero, inversamente, también se sigue cumpliendo la función cuando es el segundo término el que asume el papel de variable independiente, haciendo que el primero sea el que sufra variaciones condicionadas. En consecuencia, por medio del juicio se determinan mutuamente sus dos términos; y la propia funcionalidad del juicio descansa en esta propiedad recíproca. Por lo tanto, si fuera cierto, como se afirma por parte de algunos lógicos, que la determinación radicara exclusivamente en uno de los términos, en tanto que el otro sólo tuviera el carácter de 'materia del conocimiento' por determinar, entonces el juicio no sería una función, porque carecería de una cualidad fundamental e indispensable en toda función, o sea, la reciprocidad de la conexión establecida entre sus términos. Además, en semejante suposición se encuentra implicada la consideración del predicado como un concepto definitivo e inmutable, lo cual jamás ocurre con los conceptos científicos. Ahora bien, la relación formulada en el juicio es simétrica en cuanto a la inversión de la conexión funcional; pero, en cambio, generalmente es asimétrica en cuanto a la mutua determinación de sus términos. Es decir, que uno de los términos puede ser determinante del otro, en mayor grado de lo que éste sea determinante del primer término, o viceversa. En esta asimetría de la determinación es en lo que se apoya la distinción aparente de los términos, por la cual se destaca a uno como sujeto y al otro como predicado del juicio. No obstante, en sentido estricto, nunca se puede considerar a uno de los términos judicativos como determinante exclusivo, ni tampoco al otro como simple determinado. Porque ambos términos del juicio son simultáneamente determinados y determinantes y, por consiguiente, cada uno de ellos es a la vez sujeto y predicado o, mejor aún, ninguno de los dos es propiamente sujeto, ni tampoco es definidamente predicado.

§ 33. Formulación del juicio

El juicio científico se formula como una relación que identifica a dos términos diversos. Como identidad determinada, el juicio es una identificación de lo diferente. La simple enunciación de la identidad de un concepto consigo mismo, esto es, la expresión de que: $x = x$, carece de la cualidad peculiar del juicio, que es su carácter determinante. Por lo tanto, la tautología rigurosa no constituye un juicio; aunque su expresión sí puede ofrecer tal apariencia, cuando se utilizan dos vocablos o dos conjuntos de vocablos sinónimos para representar el mismo concepto. En el juicio, lo que se establece es la equiparación lógica entre dos términos conceptuales diferentes, o sea, que se expresa la ecuación de que: $x = y$. Por consiguiente, el juicio mismo contiene el meollo de una contradicción, puesto que identifica relativamente a un término con otro término diverso. Es decir, que el juicio formula una identidad entre un cierto término y aquello que dicho término no es y que, por lo tanto, constituye su opuesto; porque el otro término, y, es no-x; y, entonces, la ecuación judicativa presenta el aspecto de que: x = no-x. Pero, a la vez, el propio juicio expresa la solución de la contradicción entre sus dos términos, la cual está representada justamente por la relación determinante entre ellos. De esta manera, el juicio es una determinación sintética, que comprende a los dos términos contradictorios y a su mutua oposición.

Ahora bien, para el tratamiento lógico del juicio en sus formas simples, es necesario partir de la consideración de dos términos —que representaremos, en su carácter indistinto y general, por las literales x, y— y, también, de los correspondientes opuestos —que representaremos por las mismas literales, sólo que con tilde, $\bar{x}$, $\bar{y}$. Entonces x simbolizará a un concepto cualquiera y, por lo tanto, a una clase de procesos, de aspectos o de relaciones existentes; mientras que $\bar{x}$ es el símbolo para representar al concepto opuesto, o sea, a todos los otros procesos, aspectos y relaciones existentes que no están incluidos en el concepto x. Y esto lo tendremos también, sólo que para un concepto diferente, en el caso de y, con su contradictorio $\bar{y}$. De este modo, tenemos que el término x puede coincidir con y o con $\bar{y}$;

igualmente, el término y puede estar enlazado con x o con $\bar{x}$. Entonces, se pueden establecer cuatro relaciones binarias, que son: xy, $x\bar{y}$, $\bar{x}y$, $\bar{x}\bar{y}$. Las diversas combinaciones que resultan entre dichas relaciones, tomadas una a una, en parejas, en ternas o en cuaternas, y agregando el caso en que la relación entre los dos términos es nula, constituyen las formas simples del juicio, a las cuales se pueden reducir las otras formas más complejas. Así tenemos las 16 formas simples siguientes:

1. *Juicio de prófasis,* en el cual se considera a un elemento de un término en su integridad, tanto en su coincidencia con el otro término como en su falta de coincidencia con éste, incluyendo los enlaces: xy, $x\bar{y}$.

2. *Juicio de prófasis inversa,* cuando se considera a un elemento del otro término en su integridad, ya sea que coincida o no con el primer término; en el cual se incluyen los enlaces $\bar{x}y$, $\bar{x}\bar{y}$.

3. *Juicio de antífasis,* que es la consideración de un elemento del opuesto a un término, en su conjugación y en su falta de conexión con el otro término; comprendiendo los enlaces: $\bar{x}y$, $\bar{x}\bar{y}$.

4. *Juicio de antífasis inversa,* cuando se considera a un elemento del contrario del segundo término, en su conexión y en su inconexión con el primer término; conteniendo los enlaces: xy, $x\bar{y}$.

5. *Juicio de conjunción,* que es la coincidencia parcial entre ambos términos; o sea, el enlace: xy.

6. *Juicio de discordancia,* que es la conexión particular entre un término y el opuesto al otro término; esto es, el enlace: $x\bar{y}$.

7. *Juicio de discordancia inversa,* consistente en la conexión particular entre el segundo término y el opuesto al primero; es decir, el enlace: $\bar{x}y$.

8. *Juicio de heterófasis,* que es la coincidencia parcial entre los opuestos de ambos términos; o sea, el enlace: $\bar{x}\bar{y}$.

9. *Juicio de inclusión,* que es la consideración de ambos términos en su totalidad y en su coincidencia; conteniendo los enlaces: xy, $x\bar{y}$, $\bar{x}y$.

10. *Juicio de implicación,* en el cual se considera al segundo término y al contrario al primero en su totalidad y en su conjugación; conteniendo los enlaces: xy, $\bar{x}y$, $\bar{x}\bar{y}$.

11. *Juicio de implicación inversa,* en el cual se toma al primer término y al opuesto del segundo en su totalidad y en su conjugación; comprende los enlaces: xy, $x\bar{y}$, $\bar{x}\bar{y}$.

12. *Juicio de incompatibilidad,* cuando se toman los opuestos de ambos términos en su totalidad y en su coincidencia; incluyendo los enlaces: $x\bar{y}$, $\bar{x}y$, $\bar{x}\bar{y}$.

13. *Juicio de reciprocidad,* cuando se considera la coincidencia completa entre la totalidad de un término y la totalidad del otro término; contiene los enlaces: xy, $\bar{x}\bar{y}$.

14. *Juicio de exclusión,* en el cual se considera la falta completa de coincidencia entre la totalidad de un término y la totalidad del otro; incluye los enlaces: $x\bar{y}$, $\bar{x}y$.

15. *Juicio de pantáfasis,* cuando se cumplen las cuatro relaciones posibles entre los dos términos y sus dos opuestos; incluye los enlaces: xy, $x\bar{y}$, $\bar{x}y$, $\bar{x}\bar{y}$.

16. *Juicio de enantiosis,* cuando no se cumple ninguna de las cuatro relaciones binarias posibles; su función es análoga a la del cero y no incluye enlace alguno.

Entre estas dieciséis formas simples del juicio y las formas consideradas por la lógica formal tradicional, existen las siguientes coincidencias: El juicio de conjunción es el juicio particular afirmativo tradicional. Los juicios de discordancia y de discordancia inversa, corresponden al juicio particular negativo tradicional. Los juicios de implicación y de implicación inversa, corresponden al juicio universal afirmativo tradicional. Y el juicio de incompatibilidad coincide con el juicio universal negativo tradicional. Las diez formas restantes del juicio —prófasis, prófasis inversa, antífasis, antífasis inversa, heterófasis, inclusión, reciprocidad, exclusión, pantáfasis y enantiosis— no fueron consideradas dentro de la lógica formal tradicional. La consideración rigurosa de estas dieciséis formas simples del juicio constituye una de las aportaciones importantes que ha hecho la lógica matemática y la teoría de los conjuntos. La introducción de su tratamiento lógico estricto se debe a Boole,[3] aun cuando él no reconoce, en todos los casos, su carácter de formas simples. Sin

[3] George Boole, *The mathematical analysis of logic, being an essay towards a calculus of deductive reasoning,* Cambridge, Macmillan, Barclay & Macmillan, 1847; reprinted by Basil Blackwell, Oxford, 1948.

embargo, la mayoría de los lógicos matemáticos no se ocupa de desenvolver el análisis de estas formas simples del juicio, ni mucho menos de descubrir las consecuencias lógicas que implican en las otras ciencias. Por lo demás, algunos de los nombres con que se designan aquí las formas del juicio han sido introducidos por nosotros, tratando de que su designación exprese alguna noción acerca de la relación judicativa que representan. Por otra parte, la consideración dialéctica de las formas del juicio —como relaciones entre dos términos y sus correspondientes opuestos—, lo mismo que el análisis lógico de cada una de estas formas, es un resultado de nuestras propias investigaciones.

Las formas simples del juicio se pueden agrupar en singulares, particulares, universales indefinidos y universales definidos, de acuerdo con la extensión en que sus términos componentes entran en relación. Con arreglo a este criterio de clasificación, son juicios singulares los de prófasis, prófasis inversa, antífasis y antífasis inversa. Porque en los dos juicios de prófasis se considera exclusivamente a un elemento singular de cada uno de los dos términos, respectivamente; y los dos juicios de antífasis se refieren, por su parte, a un solo elemento de los términos opuestos correspondientes. Por otro lado, son juicios particulares el de conjunción, el de discordancia, el de discordancia inversa y el de heterófasis. En efecto, en el juicio conjugante la relación se refiere a una parte de los elementos de un término y a una parte de los miembros del otro término. En el juicio discordante y en el juicio discordante inverso, entran en relación una parte de los miembros de un término y una parte de los elementos del opuesto al otro término. En el juicio heterofático, la conexión se establece parcialmente, en ambos sentidos, entre los opuestos de los dos términos. Son juicios universales indefinidos los de inclusión, implicación, implicación inversa e incompatibilidad. El juicio incluyente se refiere a los dos términos en toda su extensión. El juicio implicante y el implicante inverso, incluyen a todos los elementos de un término y a todos los miembros del opuesto al otro término, y viceversa. El juicio incompatible se establece entre la totalidad de los opuestos de ambos términos. Por último, son juicios universales definidos los de reciprocidad, exclusión, pantáfasis y enantiosis, porque abarcan la totalidad de los dos términos y todos los elementos de los contrarios de ambos términos.

§ 34. Prófasis y antífasis

La prófasis y la antífasis representan una relación inmediata, por medio de la cual se establece directamente la conexión o la inconexión entre un proceso y otro proceso. Los juicios profáticos y antifáticos se construyen acerca de la existencia concreta de un solo proceso, ya sea que corresponda o no corresponda con otra clase de procesos. En este caso, la existencia concreta del proceso singular se determina en su indiferencia con respecto a la manifestación de esa otra clase de procesos, o bien, a su ausencia. Por consiguiente, tanto en la prófasis como en la antífasis se formula la existencia o la inexistencia del proceso, como elemento de un término, independientemente de que se cumpla o no se cumpla la otra clase. Considerados conjuntamente, los juicios profáticos y antifáticos expresan la existencia de un proceso en su relación concreta e inmediata, esto es, en su indiferencia cualitativa, que es su disconveniencia completa. Como juicios individuales, se refieren a una singularidad definida, o sea, a un elemento preciso de uno de los términos o, bien, a un miembro preciso de la clase opuesta a uno de los términos. Entonces, la cantidad del término, o de su contrario, se encuentra determinada con exactitud para uno solo de sus elementos. Además, como cada individuo, considerado como elemento de un conjunto, carece de partes —ya que cada elemento de un conjunto es la parte discreta mínima, o el *cuanto,* en que se puede dividir dicho conjunto— resulta que la clase con la cual queda conectado indiferentemente, abarca ese mínimo indivisible de su extensión. Y, en consecuencia, el juicio individual se equipara en este sentido con el juicio universal, en tanto que el elemento principal de la relación judicativa es tomado cuantitativamente en toda su extensión.

En el juicio profático —lo mismo que en el juicio profático inverso, sólo que en éste es el otro término el elemento principal— se afirma simplemente la existencia de uno de los elementos de un término, con indiferencia en cuanto a su relación con los elementos del otro término. De este modo, la prófasis es la formulación de una tesis primaria, con respecto al elemento cuyo descubrimiento se expresa como existencia determinada.

Lo que se postula es la posible coexistencia entre la conjugación de ambos términos, acompañada de la posible conjugación de un término con el opuesto al otro. Sencillamente, se supone a uno de los términos, en su singularidad definida, ignorando a todos los componentes de la clase contraria a dicho término. Por otra parte, la inversión de un juicio profático produce un juicio profático inverso; y, a su vez, la inversión de un juicio profático inverso tiene como resultado un juicio profático. Entonces, a pesar de que el tipo de relación judicativa es el mismo, no obstante, la consideración de un elemento singular de un término —juicio profático— es diferente de la consideración de un elemento singular del otro término —juicio profático inverso. La fórmula verbal común es: "Es *x*, sea *y* o no sea *y*", para el profático; y: "Es *y*, sea *x* o no sea *x*", para el profático inverso. Así, los ejemplos siguientes ilustran simultáneamente sobre los juicios profáticos y los juicios profáticos inversos, trastrocando simplemente la consideración de los términos:

La partícula que he observado hoy es un electrón, tenga carga negativa o no.[4]

El número $\frac{-37}{-214}$ es positivo, sea fraccionario o no.

La clase de los flagelados comprende organismos con clorofila, sean considerados como vegetales o no.

En el juicio antifático —y también en el juicio antifático inverso, cuando se considera como elemento principal al opuesto del otro término— se niega simplemente la existencia de un elemento de un término, con indiferencia en lo que respecta a su conexión con los elementos del otro término. Entonces, la antífasis es la formulación de una antítesis primaria en cuanto al elemento cuyo descubrimiento se expresa como una falta determinada de conexión. Lo que se postula es la posible conjugación entre ambos opuestos, lo mismo que entre el segundo término y el contradictorio del primero. Esto es, que se supone senci-

[4] Anderson, el 2 de agosto de 1932, al descubrir el electrón positivo; citado por R. A. Millikan, *Electrones (+ y —), protones, fotones, neutrones y rayos cósmicos*, Buenos Aires-México, Espasa-Calpe, 1944, pág. 290.

llamente al opuesto a uno de los términos, en su singularidad definida, ignorando por completo a los componentes de tal término. Por otro lado, tenemos que la inversión de un juicio antifático produce como resultado un juicio antifático inverso; y, análogamente, al invertir un juicio antifático inverso se obtiene un juicio antifático. Pero, no obstante que la relación es la misma lógicamente, sin embargo, la consideración de un elemento singular de la clase opuesta a un término es diferente de la consideración de un miembro individual de la clase contraria al otro término. La fórmula verbal común es: "No es *x*, sea *y* o no sea *y*", para el antifático; y: "No es *y*, sea *x* o no sea *x*", para el antifático inverso. Ofrecemos en seguida algunos ejemplos de juicios antifáticos, los cuales sirven también para ejemplificar al juicio antifático inverso, con la simple inversión en la consideración de sus términos:

Dos líneas asintóticas nunca se cruzan, sean convergentes o no lo sean.

La lógica formal no es suficiente, sea o no necesaria.

La sífilis no es hereditaria, sea congénita o no.

§ 35. Conjunción, discordancia y heterófasis

Los juicios conjugantes, discordantes y heterofáticos, representan la conexión diferenciada entre un cierto grupo de procesos y otro grupo de procesos. En estos juicios se expresa la existencia de dos conjuntos de procesos, ya sea que se correspondan o que no se correspondan entre sí. Pero ninguno de estos conjuntos constituye una clase entera de procesos, sino que cada uno de ellos es sólo parte de una clase. No obstante, la existencia de cada grupo queda determinada con respecto a la manifestación o a la ausencia del otro grupo de procesos; y, asimismo, la inexistencia de un grupo también se distingue determinadamente en cuanto a su conexión o a su inconexión con el otro conjunto. En este caso, la existencia o la inexistencia de un grupo es formulada en su dependencia del cumplimiento o del incumplimiento de la presencia del otro grupo. Considerados en conjunto, los juicios conjugantes, discordantes y heterofáticos expresan la existencia de un grupo de procesos en su relación concreta y me-

diata, es decir, en su distinción cualitativa, que es su conveniencia incompleta. Como juicios particulares, se refieren a una parte indefinida, o sea, a varios elementos no precisados de los dos términos del juicio y de las dos clases opuestas a dichos términos. Por lo tanto, la extensión en que se relaciona cada término, o su contrario, no se encuentra determinada con exactitud en estos juicios; ni siquiera en los casos en que se precisa la cantidad de alguno de ellos, porque tal cantidad queda indeterminada en su proporción con la extensión total del propio término así cuantificado. Por consiguiente, la relación formulada en estos juicios se refiere a grupos de varios individuos, que resultan indefinidos en su proporción con la integridad de la clase a la cual pertenecen.

En el juicio conjugante se afirma la existencia de algunos elementos de un término, simultáneamente a la existencia de varios elementos del otro término, esto es, se expresa la coexistencia parcial entre ambos términos. Así, la conjunción formula una tesis particular con respecto al descubrimiento de la conjugación determinada, aunque no precisada, entre elementos de dos clases diversas. Lo que se postula es la coexistencia particular diferenciada entre ambos términos; pero sin una distinción completa. De este modo, el juicio conjugante establece una compatibilidad limitada entre los dos términos. En otras palabras, el juicio conjugante supone sencillamente a los dos términos, en su particularidad indefinida, con indiferencia en cuanto a la conexión o a la falta de conexión de los otros componentes de ambas clases. Por otra parte, el juicio de conjunción representa el cumplimiento simultáneo y la conjugación del juicio profático y del juicio profático inverso; con lo cual se abandona la coexistencia indiferenciada de cada uno de los términos con el contrario al otro término —es decir, la posible inexistencia de *y*, en el caso del juicio profático; y la posible inexistencia de *x*, en el caso del juicio de prófasis inversa. Por otro lado, cuando se invierte un juicio conjugante, se obtiene el mismo juicio conjugante, sólo que cambiando el orden de sus términos. Por consiguiente, la conjunción es enteramente equivalente a su inversión, porque existe completa simetría en la relación de sus términos. La fórmula verbal común es: "Algunos *x* son *y*". Como ejemplos tenemos los que siguen:

Para ciertos números, r, s, se cumple la relación $r > s + 1$.

En la mayoría de los casos, los vegetales realizan la fotosíntesis.

Algunos elementos químicos son naturalmente radiactivos en las condiciones terrestres.

En el juicio discordante —lo mismo que en el juicio discordante inverso, traspasando la consideración entre ambos términos— se niega la existencia de algunos elementos de un término, simultáneamente a la existencia de varios elementos del otro término; es decir, que se expresa la falta parcial de coexistencia entre ambos términos. De esta manera, la discordancia establece una antítesis particular con respecto a la falta de conjugación determinada, aun cuando imprecisa, entre elementos de dos clases distintas. Lo que se postula es la coexistencia particular diferenciada entre un término y el opuesto al otro término, aun cuando no exista completa distinción. Así, el juicio discordante establece una incongruencia determinada entre los dos términos. Y, por lo tanto, el juicio discordante supone simplemente a un término y al opuesto del otro término, en su particularidad indefinida, con indiferencia respecto a la inconexión o a la conexión entre los otros integrantes de ambas clases. Por otro lado, el juicio de discordancia es un resultado del cumplimiento conjunto del juicio profático y del juicio antifático inverso; por lo cual se ignora la coexistencia indiferenciada entre ambos términos y entre sus respectivos opuestos —la existencia posible de y, en el caso del juicio de prófasis y la inexistencia posible de x, en el caso del juicio antifático inverso. Por su parte, el juicio de discordancia inversa resulta de la simultaneidad en el cumplimiento del juicio profático inverso y del juicio antifático; de tal manera que se ignora la posible existencia de x —en el caso del juicio profático inverso— y la posible inexistencia de y —en el caso del juicio antifático—. Por lo demás, cuando se invierte un juicio discordante, resulta un juicio discordante inverso; y, a la vez, al invertir un juicio discordante inverso, se obtiene un juicio discordante. La fórmula verbal común es: "Algunos x no son y", para el discordante; y: "Algunos y no son x", para el discordante inverso. Así, aun cuando la relación pertenece al mismo tipo lógico, sin embargo, es diferente considerar la afirmación parcial de un término con la negación parcial del otro

término —juicio discordante— que considerar la afirmación parcial de este otro término en conexión con la negación parcial del primer término —juicio discordante inverso—. Teniendo en cuenta esta diferenciación, ofrecemos algunos ejemplos de juicios discordantes:

Algunas multiplicaciones no cumplen con la ley de la conmutación de sus factores.

Hay polígonos equiláteros que no son equiángulos.

Algunos procesos físicos no son reversibles.

En el juicio heterofático se niega la existencia de algunos elementos de un término, conjuntamente con la inexistencia de varios elementos del otro término; esto es, que se expresa la coexistencia parcial entre los opuestos de ambos términos. Así, la heterófasis expresa una tesis particular de doble negación, con respecto a la conjugación determinada, pero imprecisa, entre los elementos de las clases opuestas a cada uno de los términos. Lo que se postula es la coexistencia particular diferenciada entre los contrarios correspondientes a cada término, sin que se precise su distinción. De esta manera, el juicio heterofático formula una conjunción negativa entre los dos términos del juicio. Y, por consiguiente, supone sencillamente a los opuestos de ambos términos, en su indefinición particular, con indiferencia en cuanto a la relación entre los otros miembros de las dos clases. Por otra parte, el juicio de heterófasis representa la conjugación en el cumplimiento del juicio antifático y del juicio antifático inverso; de lo cual resulta el abandono de la coexistencia entre cada término con el opuesto al otro término —la posible existencia de *y*, en el caso del juicio de antífasis; y la posible existencia de *x*, en el caso del juicio antifático inverso. Ahora bien, cuando se invierte un juicio heterofático, se tiene como resultado el mismo juicio heterofático, pero con la otra ordenación de sus términos. Por lo tanto, la heterófasis es enteramente equivalente a su inversión, porque existe simetría completa entre los dos grupos considerados, o sea, entre los contrarios de ambos términos. La fórmula verbal común es: "Algunos que no son *x* tampoco son *y*". Para ejemplos tenemos los que siguen:

Los números 280 117, 153 643 y muchos otros, no son pares, pero tampoco son primos.

En la actualidad, aún existen sociedades que no son capitalistas, ni socialistas.

Además de los flagelados y de los sarcodarios, existen otros protozoarios que no son una cosa ni la otra.

§ 36. Inclusión, implicación e incompatibilidad

Los juicios incluyentes, implicantes e incompatibles representan la conexión diferenciada y definida entre una clase de procesos y otra clase de procesos. En estos juicios se expresa la existencia de dos conjuntos de procesos, en tanto se corresponden y en cuanto no se corresponden mutuamente. Además, cada uno de estos conjuntos constituye una clase entera de procesos. Pero ambas clases se encuentran conjugadas sólo parcialmente. Así, la existencia de cada clase queda determinada y definida con respecto a la manifestación y la ausencia de todos los elementos de la otra clase; y, al propio tiempo, la inexistencia de una clase también se determina definidamente en lo que se refiere a su conexión y a su inconexión con la otra clase en su integridad. Por consiguiente, los juicios implicantes, incompatibles e incluyentes expresan la existencia de una clase de procesos en su relación concreta, mediata e inmediata; o sea, en su distinción definida, que es su conveniencia y su disconveniencia incompletas. Además, la relación formulada abarca definidamente a todos los individuos que pertenecen a las clases parcialmente conjugadas que se consideran; y, por lo tanto, cada término, o su opuesto, se encuentran conectados en su extensión total. Sin embargo, la extensión parcial en que coinciden los dos términos queda indefinida en estos juicios, en lo que respecta a su proporción con la extensión total de cada uno de ellos. Debido a la relación establecida, se tiene en estos casos un trilema, porque se formula una triple alternativa: 1) la coexistencia de ambas clases; 2) la existencia de una clase, acompañada de la inexistencia de la otra; y 3) la existencia de la otra clase, junto con la inexistencia de la primera clase.

En el juicio incluyente se afirma la existencia de todos los elementos de un término, simultáneamente a la existencia del otro término en su integridad. Esto es, se expresa a las dos clases enteras, tanto en su inconexión como en su conjugación. En estas

condiciones, la inclusión formula una tesis universal sobre el descubrimiento de la coincidencia parcial y de la falta de coincidencia parcial, entre la totalidad de los elementos de dos clases diversas. Si no se cumple un término, se cumple indispensablemente el otro término: si $\bar{x}$, entonces, y. Y, asimismo, si no se cumple el otro término, se cumple necesariamente el primero: si $\bar{y}$, entonces x. Esta doble implicación recíproca es completa con respecto a ambos términos. Por lo tanto, por ser el juicio incluyente una disyunción exclusiva, su conexión representa la compatibilidad entre los dos términos. En cambio, al cumplirse uno de los dos términos queda indefinido el cumplimiento del otro término. Además, el juicio de inclusión es un resultado del establecimiento simultáneo de tres juicios: el de conjunción, el de discordancia y el de discordancia inversa. Con esta conjugación se unen las tres posibilidades de coexistencia, entre los dos términos —juicio conjugante— y entre cada término con el contrario del otro término —juicio discordante y juicio discordante inverso—. Por esto es que el juicio incluyente es un trilema, en el cual se presentan tres alternativas posibles: 1) la existencia de x, acompañada de la inexistencia de y; 2) la existencia de y, junto con la inexistencia de x; 3) la coexistencia de x e y. En otras palabras, el juicio incluyente supone a los dos términos en su totalidad definida, tanto en su conexión como en su inconexión; pero con imprecisión respecto a la parte conectada y a la parte carente de enlace, que corresponden respectivamente a cada uno de los dos términos. Por otra parte, cuando se invierte un juicio incluyente se obtiene el mismo juicio incluyente, sólo que con el orden de sus términos cambiado. Esto se debe a que la inclusión es enteramente equivalente para la operación de inversión, porque existe completa simetría en la relación de sus términos. La fórmula verbal común del juicio de inclusión es: "Es x, o es y, o es ambos a la vez". Ahora, ofrecemos varios ejemplos:

Los vertebrados tienen pulmones, o branquias, o branquias y pulmones.

En todo proceso físico se cumplen las leyes de la relatividad o, bien, se cumplen las leyes de la mecánica cuántica o, todavía más, se cumplen ambos grupos de leyes.

Entre los profesores y los alumnos universitarios pueden existir las siguientes relaciones: 1) las personas que sean profesores, sin

ser alumnos; 2) las personas que sean alumnos, sin ser profesores: y, 3) las personas que sean profesores y alumnos a la vez.

En el juicio implicante —lo mismo que en el juicio implicante inverso, sólo que traspasando mutuamente la consideración de los términos— se afirma la existencia de todos los elementos de un término, simultáneamente a la existencia de todos los miembros de la clase contraria al otro término. Es decir, que se expresa a un término y a la clase opuesta al otro término en su integridad, tanto en su conjugación como en su falta de conexión. En tales condiciones, la implicación formula una tesis universal sobre el descubrimiento de la coincidencia entre una clase entera y una parte de otra clase. Lo que se postula es la coexistencia particular entre un término y la clase contradictoria del otro, junto con la disyunción parcial entre ambas clases. Si se cumple un término, necesariamente se cumple el otro término: si x, entonces, y. E, igualmente, si no se cumple el otro término, necesariamente tampoco se cumple el primero: si $\bar{y}$, entonces, $\bar{x}$. En cambio, el cumplimiento de y deja incierto el cumplimiento de x. En el caso del juicio implicante inverso, estas conexiones son: si y, entonces, x; si $\bar{x}$, entonces, $\bar{y}$; mientras que el cumplimiento de x deja en incertidumbre el cumplimiento de y. Entonces, como el juicio implicante condiciona uno de los términos al otro, su relación representa el contacto completo entre ambos términos. Por otro lado, el juicio de implicación corresponde al cumplimiento simultáneo de tres juicios: el de conjunción, el de discordancia inversa y el de heterófasis. Debido a esta conjugación resultan unidas las tres posibles coexistencias, entre ambos términos —juicio conjugante—, entre ambos opuestos —juicio heterofático— y entre el segundo término y el contradictorio del primero —juicio discordante inverso. De este modo, el juicio implicante es un trilema con estas alternativas: 1) la coexistencia de x e y; 2) la existencia de y, aparejada con la inexistencia de x; 3) la inexistencia de x, junto con la inexistencia de y. Por su parte, el juicio de implicación inversa corresponde a la simultaneidad en el cumplimiento de estos tres juicios: el de conjunción, el de discordancia y el de heterófasis; con la consiguiente reunión de las tres posibles coexistencias que ellos expresan. Así, el caso del juicio implicante inverso presenta las siguientes posibilidades para el trilema que contiene: 1) la coexistencia de x e y; 2) la existen-

cia de x, junto con la inexistencia de y; 3) la inexistencia de x, aparejada con la inexistencia de y. Por lo tanto, el juicio implicante supone a los dos términos en su totalidad definida, precisando la inclusión completa de uno de ellos en el otro; pero dejando sin definir la porción conectada y la parte carente de conexión, entre el otro término y la clase opuesta al término que queda incluido. Así, cuando se invierte un juicio implicante resulta un juicio implicante inverso; y, a la vez, al invertir un juicio implicante inverso se obtiene un juicio implicante. Por consiguiente, a pesar de que la relación lógica es del mismo tipo, sin embargo, es diferente considerar la inclusión total de un término en el otro —juicio implicante— que considerar la inclusión completa de este otro término en el primero —juicio implicante inverso. La fórmula verbal común del juicio implicante es: "Todo x es y"; y la del juicio implicante inverso es: "Todo y es x". A continuación tenemos algunos ejemplos:

Todo movimiento mecánico se convierte en calor, por medio del frotamiento.

Si un número es entero, entonces, es número racional; y, si un número no es racional, entonces, no es número entero.

En las rotaciones de las figuras geométricas se mantienen sus propiedades métricas.

En el juicio incompatible se niega la existencia de todos los elementos de un término, simultáneamente a la negación de la existencia del otro término en su integridad. O sea, dicho de otro modo, que se afirma la existencia de la totalidad de los elementos opuestos a un término, junto con la afirmación de todos los miembros de la clase contraria al otro término. Así, se expresa a las dos clases opuestas en su integridad, tanto en su conjugación como en su inconexión. Entonces, la incompatibilidad formula una antítesis universal acerca del descubrimiento de la falta completa de coincidencia entre la totalidad de los miembros de dos clases diversas. De esta manera, lo que se postula es la disyunción parcial entre los términos contradictorios y la coexistencia, también parcial, de ambos términos opuestos. Si se cumple un término, necesariamente no se cumple el otro término: si x, entonces, $\bar{y}$. E, igualmente, si se cumple el otro término, con necesidad no se cumple el primero; si y, entonces, $\bar{x}$. Así, como

el juicio de incompatibilidad es una disyunción destructiva, su conexión representa la carencia de contacto entre los dos términos. Pero, en cambio, la falta de cumplimiento de uno de los términos deja indefinido el cumplimiento, o el incumplimiento, del otro término. A más de esto, el juicio de incompatibildad resulta de la simultaneidad en el cumplimiento de tres juicios: el de discordancia, el de discordancia inversa y el de heterófasis. Por esta conjugación se reúnen las tres posibilidades de coexistencia, entre cada término con el opuesto al otro término —juicio discordante y juicio discordante inverso— y entre los contrarios de ambos términos —juicio heterofático. Por consiguiente, el juicio incompatible es un trilema, cuyas alternativas posibles son las siguientes: 1) la existencia de *x*, junto con la inexistencia de *y*; 2) la existencia de *y*, acompañada con la inexistencia de *x*; 3) la inexistencia de *x*, aparejada con la inexistencia de *y*. En otras palabras, el juicio de incompatibilidad supone a los opuestos de los dos términos en su totalidad definida, tanto en su conexión como en su desconexión; pero con imprecisión en cuanto a la porción conectada y a la porción no conectada de cada uno de los términos. Además, la inversión de un juicio incompatible produce como resultado el propio juicio incompatible, pero con el orden de sus términos trastrocado. Ello se explica por el hecho de que la incompatibilidad es equivalente en forma íntegra, respecto a la operación de inversión, ya que tiene una simetría completa en la relación negativa de sus términos. La fórmula verbal común del juicio incompatible es: "Ningún *x* es *y*". A continuación, tenemos algunos ejemplos ilustrativos:

Si una función es periódica, entonces no es función algebraica; y, si una función es algebraica, entonces no es función periódica.

Al finalizar un curso, una parte de los alumnos resulta aprobada, otra parte resulta reprobada, y otra parte más no queda aprobada ni reprobada.

Ningún conocimiento científico es definitivo.

§ 37. Reciprocidad y exclusión

Los juicios reciprocantes y excluyentes representan la conexión diferenciada, definida y precisa entre dos clases de procesos. En estos

juicios se expresa la existencia de dos conjuntos de procesos, en cuanto no se corresponden en modo alguno. Cada uno de los conjuntos relacionados constituye una clase de procesos en su integridad. Además, cada clase se encuentra formada por una pareja de términos tomados en toda su extensión, de tal manera que se tiene una coincidencia completa en la extensión de los dos términos conjugados; y, a la vez, entre ambas clases no existe conjugación alguna. Por lo tanto, la existencia de cada clase queda determinada y definida con respecto a la ausencia completa de los elementos de la otra clase; y, a la vez, la inexistencia de una clase también se determina definidamente por su inconexión total con la existencia de la otra clase. Por consiguiente, tanto en la reciprocidad como en la exclusión se formula la existencia de cada una de las dos clases en su exclusividad, o sea, en su dependencia de la inexistencia de la otra clase. En su conjunto, los juicios reciprocantes y excluyentes expresan la existencia de dos clases de procesos en su conexión y en su desconexión concretas y necesarias; esto es, en su completa conveniencia y en su plena disconveniencia. Por lo tanto, la relación formulada en estos juicios incluye definida y precisamente a todos los miembros pertenecientes a las clases conjugadas por entero. Y es justamente por esta conexión que en la reciprocidad y en la exclusión se establece un dilema exclusivo. En un caso, la interpenetración de ambos términos y de los dos opuestos, en forma completa y excluyéndose mutuamente. En el otro caso, la interpenetración de un término con el contrario al otro término y la interpenetración de este otro término con el opuesto al primero, también de modo completo y en su exclusión recíproca. Por eso es que tanto la reciprocidad como la exclusión son las formas que adopta la definición conceptual, cuando adquiere su mayor precisión.

En el juicio reciprocante se afirma la existencia de todos los elementos de un término, en su conjugación ineludible y completa con la existencia del otro término, también tomado en su integridad. O sea, que se expresa a dos clases enteras en su exclusión recíproca. Pero, a la vez, estas dos clases exclusivas representan la conjugación total de ambos términos y la interpenetración completa entre los opuestos de dichos términos. Como consecuencia de esto, la reciprocidad formula una tesis universal sobre la completa coincidencia entre la totalidad de los elementos

de los dos términos distintos. De ese modo, se postula la coexistencia recíproca entre los dos términos y entre sus opuestos; y, al mismo tiempo, la disyunción excluyente entre ambos términos, por una parte, y ambos contrarios, por la otra. Si se cumple un término, se cumple indispensablemente el otro término: si x, entonces, y; y, recíprocamente, si se cumple el otro término, también se cumple ineludiblemente el primero: si y, entonces, x. A la vez, si no se cumple un término, necesariamente tampoco se cumple el otro término: si $\overline{x}$, entonces, $\overline{y}$; y, en mutua correspondencia, si no se cumple el otro término, necesariamente tampoco se cumple el primero: si $\overline{y}$, entonces $\overline{x}$. Por consiguiente, como el juicio reciprocante es una conjunción exclusiva, su conexión representa a la implicación total entre los dos términos y entre sus correspondientes contrarios. Por otro lado, el juicio reciprocante es un dilema, porque únicamente presenta dos alternativas, que son recíprocamente excluyentes: 1) la existencia de x, junto con la existencia de y; 2) la inexistencia de x, aparejada con la inexistencia de y. En este sentido, el juicio reciprocante representa el cumplimiento simultáneo del juicio implicante y del juicio de implicación inversa, con la consiguiente desaparición de la tercera alternativa que los distinguía —la existencia de y, acompañada de la inexistencia de x, en el caso del juicio de implicación; y la existencia de x, aparejada con la inexistencia de y, en el caso del juicio implicante inverso. Dicho de otro modo, el juicio reciprocante supone a cada uno de los términos en su totalidad definida y en su conjugación precisa y completa, junto con la interpenetración total y precisa entre sus correspondientes contrarios. Por otra parte, cuando se practica la inversión de un juicio reciprocante, se tiene como resultado al propio juicio reciprocante, sólo que con sus términos en distinto orden. Esto se explica por el hecho de que la reciprocidad es enteramente equivalente para la operación de inversión, puesto que existe simetría completa en la relación de mutua implicación entre sus términos. La fórmula verbal común del juicio de reciprocidad, es: "Es x cuando, y sólo cuando, es y". A continuación tenemos algunos ejemplos:

Si el tiempo no es categoría diferenciable en la termodinámica, entonces no es válido extraer de ella conclusiones temporales definidas.

Si y es una función algebraica de x, entonces, x es una función algebraica de y; a la vez, si y no es una función algebraica de x, entonces, x no es una función algebraica de y.

Toda ecuación de primer grado con dos incógnitas representa una línea recta y, a la vez, toda línea recta representa una ecuación de primer grado con dos incógnitas.

En el juicio excluyente se afirma la existencia de todos los elementos de un término, en oposición irreductible con respecto a la existencia del otro término tomado en su integridad. Es decir, que se expresa a dos clases enteras en su exclusión recíproca. Pero, al mismo tiempo, cada una de estas clases exclusivas representa la conjugación total de un término con el opuesto al otro término. Por consiguiente, la exclusión formula una antítesis universal sobre la falta completa de coincidencia entre la totalidad de los elementos de dos clases diversas. Entonces, lo que se postula es la disyunción excluyente entre ambos términos y, a la vez, la coexistencia recíproca entre cada término y el opuesto al otro término. Si no se cumple un término, se cumple indispensablemente el otro término: si $\overline{x}$, entonces, y; y, recíprocamente, si se cumple el otro término, necesariamente no se cumple el primero: si y, entonces, $\overline{x}$. Al propio tiempo, si no se cumple el otro término, se cumple necesariamente el primero: si y, entonces, x; y, en correspondencia mutua, si se cumple el primer término, es ineludible la falta de cumplimiento del segundo: si x, entonces, y. De esta manera, como el juicio excluyente es una disyunción exclusiva, su inconexión representa la incompatibilidad total entre los dos términos y entre sus respectivos opuestos. Por otra parte, el juicio excluyente es un dilema, porque ofrece sólo dos alternativas que se excluyen entre sí: 1) la existencia de x, acompañada de la inexistencia de y; 2) la existencia de y, aparejada con la inexistencia de x. En este sentido, el juicio excluyente representa el cumplimiento simultáneo del juicio incluyente y del juicio de incompatibilidad, con la consiguiente desaparición de la tercera alternativa que los diferenciaba —la coexistencia de x e y, en el caso del juicio de inclusión; y la inexistencia conjunta de x e y, en el caso del juicio incompatible. Por lo tanto, el juicio excluyente supone a cada uno de los dos términos en su totalidad definida, tanto en su falta completa de conexión, como

en su conjugación precisa y total con el opuesto correspondiente al otro término. Por otro lado, cuando se invierte un juicio excluyente, se obtiene como resultado el mismo juicio excluyente, salvo que los términos intercambian su orden. Esto se debe a que la exclusión es enteramente equivalente para la operación de inversión, ya que existe completa simetría en la relación de mutua incompatibilidad entre sus términos y entre las clases opuestas a dichos términos. La fórmula verbal común del juicio de exclusión, es: "Es x, cuando, y sólo cuando, no es y". Como ejemplos tenemos los que siguen:

Una planta embriofita es gimnosperma cuando, y sólo cuando, no es angiosperma.

Si una función no es algebraica, entonces es trascendente y, a la vez, si una función no es trascendente, entonces es algebraica; y recíprocamente, si una función es algebraica, entonces no es trascendente y, también, si una función es trascendente, entonces no es algebraica.

Todo electrón atómico es exterior al núcleo, o es positivo, sin que sea ambas cosas a la vez.

§ 38. Pantáfasis y enantiosis

Los juicios pantafáticos y enantióticos representan la existencia de los dos términos y de sus correspondientes opuestos, en su conexión completa o en su desconexión total, respectivamente. El juicio de pantáfasis expresa la existencia de cuatro conjuntos de procesos, en tanto se corresponden y en cuanto no se corresponden. Cada uno de esos conjuntos constituye una clase entera de procesos y las cuatro clases se encuentran conjugadas parcialmente. De esa manera, la existencia de cada clase queda determinada y definida con respecto a la manifestación y la ausencia de todos los elementos de otras dos clases; y, a la vez, la inexistencia de una clase también se determina definidamente en lo que se refiere a su conexión y su desconexión con esas otras dos clases en su integridad. En estas condiciones, la pantáfasis formula una tesis universal sobre el descubrimiento de la coincidencia parcial y de la falta de coincidencia también parcial, entre la totalidad de los elementos de las cuatro clases que llenan

el contexto del universo de discurso en cuestión. Como el juicio pantafático es una disyunción inclusiva, su conexión representa la compatibilidad entre los cuatro términos. Por consiguiente, al cumplirse uno de los términos, o su opuesto, queda indefinido el cumplimiento del otro término y del opuesto a ese otro término. Además, el juicio de pantáfasis es un resultado del establecimiento simultáneo de los cuatro juicios particulares: el de conjunción, el de discordancia, el de discordancia inversa y el de heterófasis. Por esto es que el juicio pantafático es un cuadrilema, en el cual se presentan cuatro alternativas posibles: 1) la coexistencia de x e y; 2) la existencia de x, acompañada de la inexistencia de y; 3) la existencia de y, junto con la inexistencia de x; y 4) la inexistencia de x, aparejada con la inexistencia de y. Por otra parte, cuando se invierte un juicio pantafático se obtiene el mismo juicio pantafático, sólo que con el orden de sus términos cambiado. La fórmula verbal común es: "Es xy, o es x, o es y, o ninguno". En seguida ofrecemos varios ejemplos:

Los vertebrados tienen pulmones, o tienen branquias, o tienen pulmones y branquias, o bien, no tienen pulmones ni branquias.

Todo hombre tiene hermanos, o tiene hermanas, o tiene hermanos y hermanas, o bien, no tiene hermanos ni hermanas.

Los polígonos son equiláteros, o son equiángulos, o equiláteros y equiángulos, o bien, no son equiláteros ni equiángulos.

El juicio de enantiosis expresa la existencia de cuatro conjuntos de procesos en cuanto no se corresponden en modo alguno, esto es, en su plena disconveniencia. La relación formulada en estos juicios incluye definida y precisamente a todos los miembros pertenecientes a las cuatro clases sin conjugación conocida. Por consiguiente, la enantiosis formula una antítesis universal sobre la falta completa de coincidencia entre la totalidad de los elementos de las cuatro clases que llenan el contexto del universo de discurso en cuestión. Entonces, lo que se postula es la disyunción excluyente entre los dos términos y las dos clases opuestas correspondientes. Tal disyunción representa una incompatibilidad semejante a la que existe entre un término y su respectivo opuesto. Por otra parte, el juicio de enantiosis muestra expresamente que no se cumple ninguno de los cuatro juicios particulares. La fórmula verbal común es: "No existe relación entre x, y, $\bar{x}$ e $\bar{y}$".

La principal función que desempeña el juicio de enantiosis consiste en significar la nulidad del resultado de una operación de cálculo lógico, cuando es el producto obtenido al ejecutarla. En tal caso, la obtención de la enantiosis indica que la operación no es concluyente.

§ 39. Oposición entre las formas

Las formas del juicio se pueden clasificar en positivas y negativas, según que la relación se refiera principalmente a los términos o a sus correspondientes opuestos. Más precisamente, dichas formas son consideradas como positivas cuando incluyen la relación binaria entre los dos términos, o sea: xy. Y son negativas cuando no contienen esa relación. Por lo tanto, son positivos los juicios de: prófasis, prófasis inversa, conjunción, inclusión, implicación, implicación inversa, reciprocidad y pantáfasis. En cambio, de acuerdo con ese mismo criterio, son negativos los juicios de: antífasis, antífasis inversa, discordancia, discordancia inversa, heterófasis, incompatibilidad, exclusión y enantiosis. Ahora bien, entre los juicios positivos y los negativos existe una conexión de tesis y antítesis, respecto a los enlaces que contienen y los que no incluyen. Esto es, que si se toma como tesis a una forma de juicio, entonces su antítesis es la forma de juicio que afirma lo que niega el primero y que niega lo que el primero afirma. Así, cada juicio positivo tiene como opuesto contradictorio a un juicio negativo; y, recíprocamente, cada juicio negativo tiene también como opuesto contradictorio a un juicio positivo. Por ejemplo, el juicio de inclusión afirma las relaciones binarias: xy, $x\bar{y}$, $\bar{x}y$; y niega la relación binaria: $\bar{x}\bar{y}$. Entonces, su opuesto contradictorio es el juicio de heterófasis, porque éste niega precisamente las relaciones: xy, $x\bar{y}$, $\bar{x}y$; y afirma la relación $\bar{x}\bar{y}$. De manera recíproca, el juicio heterofático tiene como opuesto contradictorio al juicio incluyente, porque los juicios opuestos contradictorios se corresponden biunívocamente. De un modo análogo se establecen las otras parejas de juicios opuestos contradictorios, que se pueden ordenar así:

Tesis	*Antítesis*
Juicio profático (singular - positivo)	Juicio antifático (singular - negativo)
Juicio profático inverso (singular - positivo)	Juicio antifático inverso (singular - negativo)
Juicio conjugante (particular - positivo)	Juicio incompatible (universal - negativo)
Juicio discordante (particular - negativo)	Juicio implicante (universal - positivo)
Juicio discordante inverso (particular - negativo)	Juicio implicante inverso (universal - positivo)
Juicio heterofático (particular - negativo)	Juicio incluyente (universal - positivo)
Juicio reciprocante (universal - positivo)	Juicio excluyente (universal - negativo)
Juicio pantafático (universal - positivo)	Juicio enantiótico (universal - negativo)

Entre los juicios universales indefinidos existen relaciones de oposición por contrariedad, cuando en su fórmula de expresión como proposiciones condicionales coinciden en el antecedente y tienen consecuentes opuestos. Así, por ejemplo, el juicio de incompatibilidad tiene como opuestos contrarios a los juicios de implicación y de implicación inversa. En efecto, sabemos que el juicio de incompatibilidad se expresa en las dos proposiciones condicionales siguientes:

Si es *x*, entonces no es *y*; y,
Si es *y*, entonces no es *x*.

Por lo tanto, manteniendo el mismo antecedente y cambiando el consecuente por su opuesto, tenemos:

Si es *x*, entonces es *y*; que es un juicio implicante; y,
Si es *y*, entonces es *x*; que corresponde a un juicio implicante inverso.

Como es fácil advertir, la oposición por contrariedad es recíproca. Entonces, de manera análoga a la mostrada, resultan las relaciones mutuas de oposición por contrariedad que siguen:

Juicio	*Juicios opuestos contrarios*	
Inclusión	Implicación	Implicación inversa
Implicación	Incompatibilidad	Inclusión
Implicación inversa	Incompatibilidad	Inclusión
Incompatibilidad	Implicación	Implicación inversa

La oposición por contrariedad queda ilustrada con los siguientes ejemplos:

El juicio de inclusión: *Si un organismo sexuado no es masculino, entonces es femenino; y si un organismo sexuado no es femenino, entonces es masculino,* tiene como opuestos por contrariedad a los juicios: *Si un organismo sexuado no es masculino, entonces no es femenino,* que es de implicación inversa; y: *Si un organismo sexuado no es femenino, entonces no es masculino,* que es de implicación.

El juicio de implicación: *Si un animal es pez, entonces tiene aletas; y si un animal no tiene aletas, entonces no es pez,* tiene como opuestos por contrariedad a los juicios: *Si un animal es pez, entonces no tiene aletas,* que es de incompatibilidad; y: *Si un animal no tiene aletas, entonces es pez,* que es de inclusión.

El juicio de incompatibilidad: *Si una lengua es monosilábica, entonces no es aglutinante; y si una lengua es aglutinante, entonces no es monosilábica,* tiene como opuestos por contrariedad a los juicios: *Si una lengua es monosilábica, entonces es aglutinante,* que es de implicación; y: *Si una lengua es aglutinante, entonces es monosilábica,* que es de implicación inversa.

Entre los juicios particulares existen relaciones de oposición por subcontrariedad, cuando coinciden en uno de los términos de la relación binaria que representan y, en cambio, el otro término de la misma relación es el respectivo opuesto. Así, por ejemplo, el juicio de conjunción "Algunos x son y", que representa la relación binaria xy, tiene como opuestos por subcontrariedad a los juicios de discordancia "Algunos x no son y", cuya relación binaria es $x\bar{y}$, y de discordancia inversa "Algunos y no son x", cuya relación binaria es $\bar{x}y$". Como es fácil advertir, la oposición por subcontrariedad es recíproca. Las relaciones por subcontrariedad existentes son:

Juicio	*Juicios opuestos subcontrarios*	
Conjunción	Discordancia	Discordancia inversa
Discordancia	Conjunción	Heterófasis
Discordancia inversa	Conjunción	Heterófasis
Heterófasis	Discordancia	Discordancia inversa

Los siguientes ejemplos ilustran la oposición por subcontrariedad:

El juicio de conjunción: *Algunos bípedos son mamíferos,* tiene como opuestos por subcontrariedad a los juicios: *Algunos bípedos no son mamíferos,* que es de discordancia; y: *Algunos mamíferos no son bípedos,* que es de discordancia inversa.

El juicio de discordancia: *Ciertos moluscos no son acuáticos,* tiene como opuestos por subcontrariedad a los juicios: *Algunos moluscos son acuáticos,* que es de conjunción; y: *Algunos animales no son moluscos ni son acuáticos,* que es de heterófasis.

El juicio de heterófasis: *Algunos metales no son maleables ni dúctiles,* tiene como opuestos por subcontrariedad a los juicios: *Algunos metales maleables no son dúctiles,* que es de discordancia; y: *Algunos metales dúctiles no son maleables,* que es de discordancia inversa.

Entre los juicios universales y los juicios particulares existen relaciones de oposición por subalternación, debido a que cada juicio universal contiene implícitamente dos, tres o cuatro juicios particulares que le son inherentes, justamente porque cada uno

de estos últimos representa un caso particular que se encuentra incluido en el juicio universal. Así, por ejemplo, el juicio de implicación "Todo x es y", contiene como casos particulares a los juicios de conjunción "Algunos x son y", de discordancia inversa "Algunos y no son x", y de heterófasis "Algunos que no son x tampoco son y". La subalternación se muestra en el hecho de que el juicio de implicación comprende las relaciones binarias: xy, $\bar{x}y$, $\overline{xy}$; por lo cual incluye a los juicios de conjunción, de discordancia inversa y de heterófasis, cada uno de los cuales representa justamente una de esas relaciones binarias. Por consiguiente, el juicio implicante es subalternante de los juicios de conjunción, de discordancia inversa y de heterófasis. A su vez, los juicios de conjunción, de discordancia inversa y de heterófasis están subalternados al juicio de implicación. Como es fácil de advertir, la relación de oposición por subalternación es asimétrica, ya que si un juicio es subalternante de otro, entonces éste se encuentra subalternado al primero, y viceversa. De acuerdo con lo antes dicho, tenemos las siguientes relaciones de subalternación:

Juicio subalternante	*Juicios subalternados*	
Inclusión	Conjunción Discordancia inversa	Discordancia
Implicación	Conjunción Heterófasis	Discordancia inversa
Implicación inversa	Conjunción Heterófasis	Discordancia
Incompatibilidad	Discordancia Heterófasis	Discordancia inversa
Reciprocidad	Conjunción	Heterófasis
Exclusión	Discordancia	Discordancia inversa
Pantáfasis	Conjunción Discordancia inversa	Discordancia Heterófasis

A continuación tenemos algunos ejemplos ilustrativos:

El juicio de inclusión: *Los cigarros se hacen de tabaco oscuro, o de tabaco rubio, o de ambos tipos de tabaco a la vez,* es subalter-

nante de los tres juicios siguientes, que son sus subalternados: *Algunos cigarros de tabaco oscuro tienen también tabaco rubio,* que es de conjunción; *Algunos cigarros de tabaco oscuro no tienen tabaco rubio,* que es de discordancia; y: *Algunos cigarros de tabaco rubio no tienen tabaco oscuro,* que es de discordancia inversa.

El juicio de incompatibilidad: *Ningún reptil es volátil,* es subalternante de los tres juicios que siguen, que son sus subalternados: *Algunos reptiles no son volátiles,* que es de discordancia; *Algunos animales volátiles no son reptiles,* que es de discordancia inversa; y: *Algunos animales no son volátiles ni reptiles,* que es de heterófasis.

El juicio de exclusión: *Todo animal es ovíparo o es vivíparo, pero no ambas cosas a la vez,* es subalternante de los dos juicios siguientes, que son sus subalternados: *Algunos animales ovíparos no son vivíparos,* que es de discordancia; y: *Algunos animales vivíparos no son ovíparos,* que es de discordancia inversa.

§ 40. Variedades posibles, contingentes y necesarias

Las diversas formas del juicio se pueden construir en tres variedades distintas, de acuerdo con el grado de determinación cognoscitiva que se expresa en cada juicio. Estas variedades se refieren al tipo de concordancia que se ha comprobado entre un conocimiento y las formas de existencia correspondientes a dicho conocimiento. De este modo, cada una de las formas del juicio se puede expresar como juicio posible, como juicio contingente y como juicio necesario. El juicio de posibilidad consiste en la formulación de las hipótesis que se basan en los conocimientos anteriores y son sugeridas por los propios resultados, para intentar su interpretación explicativa. El juicio de contingencia representa la fase siguiente, cuando la hipótesis ya ha sido sometida a prueba, encontrándose su verificación parcial; y, por lo tanto, expresa al conocimiento en el trance de su realización objetiva. Finalmente, el juicio de necesidad corresponde a la expresión del cumplimiento de la hipótesis, o sea, de su transformación en teoría, junto con las condiciones necesarias y suficientes para su manifestación en la existencia.

El juicio posible es un conocimiento simplemente postulado. Sin embargo, como posibilidad científica, se encuentra cimentado sobre bases objetivas, corresponde a una necesidad racional derivada de sus fundamentos y plantea explícitamente la posibilidad de probar su pretensión de objetividad. Por esto, la postulación de su posibilidad engendra la posibilidad de que se cumpla lo contrario y, por consiguiente, incluye decididamente la postulación de su imposibilidad. Pero, en todo caso, su sujeción a la prueba es la que pone al descubierto y permite determinar cuál de sus dos alternativas posibles es la que se cumple. Si su contradicción se resuelve negativamente, entonces, el juicio resulta imposible, planteando la necesidad de construir otra hipótesis. En cambio, cuando la solución de la oposición es positiva, entonces la posibilidad se realiza y el juicio posible se supera, transformándose en juicio contingente. A continuación tenemos algunos ejemplos de juicios en su variedad de la posibilidad.

Posiblemente, ciertas etapas en el desarrollo de los organismos vivos son más propicias para que los caracteres adquiridos se conviertan en caracteres hereditarios.

La formación, ocasional y brusca, en las profundidades del espacio, de uno u otro de los elementos más pesados por la unión de núcleos de hidrógeno, parece explicar la existencia de los rayos cósmicos; por lo menos, de los rayos cósmicos menos penetrantes, pero más notablemente ionizantes.[5]

En el huevo existe ya el organismo completo y, para provocar su desenvolvimiento, basta sólo un estímulo adecuado.[6]

El juicio contingente corresponde, por su parte, a la posibilidad superada, en su realización. Su formulación representa la comprobación de su manifestación en lo existente. Pero, tal comprobación parcial aún presenta la posibilidad de su inexistencia, en alguna manifestación futura. Por lo tanto, el juicio de contingencia sigue siendo una posibilidad, con respecto a

[5] Hipótesis de Millikan, citada en su libro *Electrones* (+ *y* —), *protones*..., pág. 283.

[6] Se trata de la errónea hipótesis de Malpighi, sobre la 'preformación'; citada por Charles Singer, *Historia de la biología*, Buenos Aires-México, Espasa-Calpe, 1947, pág. 478.

los casos todavía no sometidos a prueba. Sin embargo, con la formulación del juicio contingente desaparece la posibilidad de que su relación resulte imposible en general, puesto que ya se ha comprobado como objetiva, por lo menos en un caso; aunque sigue conteniendo la posibilidad de no cumplirse, en particular, en algún otro caso. De un modo preciso, el juicio contingente se establece en dos situaciones distintas: *1)* cuando su relación se ha comprobado en todos los casos conocidos, sin que se pueda establecer todavía su generalización para la totalidad de los casos posibles; y, *2)* cuando se ha observado que su relación se cumple en unos casos y en otros no, sin que se puedan precisar las condiciones necesarias y suficientes para su cumplimiento. En todo caso, la prosecución del conocimiento es la que permite descubrir los elementos necesarios para generalizar el cumplimiento de la relación parcialmente comprobada o, bien, para determinar con exactitud las condiciones de su cumplimiento. Cuando esto ocurre, el juicio de contingencia es superado, convirtiéndose en juicio de necesidad. Con estos antecedentes, ofrecemos varios ejemplos de juicios pertenecientes a los dos casos incluidos en la variedad de la contingencia:

En todos los casos ensayados, $x^n + y^n = z^n$, es imposible para valores enteros de x, y, z, cuando $n > 2$; pero no se ha podido demostrar matemáticamente que esta imposibilidad se cumpla necesariamente.

La emisión nuclear puede causar la transmutación de un elemento químico en otro.

Si la suma y el producto de dos números complejos son números reales, entonces, esos dos números son reales o son complejos conjugados.

Las inclemencias del medio pueden provocar la creación de defensas en los organismos vivos.

El juicio necesario representa a la contingencia superada, en su generalización y en su condicionamiento completo. No obstante, las condiciones determinadas para el cumplimiento necesario de la relación judicativa, ingresan como circunstancias contingentes en el contenido del proceso y lo conforman en su desenvolvimiento. A la vez, el proceso mismo es, al principio, una posibilidad que llega a mostrarse como existente, por el

cumplimiento de dichas condiciones. Por consiguiente, el proceso se manifiesta con arreglo a sus condiciones y procede de ellas, en cuanto tales condiciones son el resultado de la determinación de sus conexiones con otros procesos. Aquello que se determina como necesario, lo es así por intermedio de otras conexiones y en las manifestaciones inmediatas y contingentes de la existencia; y, en consecuencia, el establecimiento de la necesidad de una relación encierra otras posibilidades que, luego, iniciarán su propio desarrollo. En la precisión de su conexión determinada, el juicio necesario se formula en tres situaciones diversas: *1)* cuando la relación se cumple siempre, para todos los casos sin excepción alguna; *2)* cuando la relación se cumple unas veces y otras no, conociéndose definidamente las condiciones de su cumplimiento; y, *3)* cuando la relación se cumple de manera contingente, sin que se conozcan las condiciones definidas de su cumplimiento, pero sí se ha logrado cuantificar con exactitud la probabilidad de que ocurra tal cumplimiento. En seguida presentamos algunos ejemplos del juicio en su variedad de la necesidad:

La multiplicación algebraica es necesariamente asociativa.

Un número, con tal que sea entero, positivo y diferente de cero, es necesariamente un producto de números primos.

En un sorteo en que juegan 20 000 números, la probabilidad de obtener aproximación al premio mayor en la misma centena de éste, es de 1/200.

El valor de toda mercancía está determinado por el trabajo humano contenido en ella.

La división de números racionales siempre es posible y es unívoca, con excepción del caso en que el divisor sea el número cero.

Lanzando una moneda 8 veces sucesivas, la probabilidad de que 5 de estas veces caiga en 'águila', es de 7/32.

Apéndice V

Expresión verbal de las formas del juicio

El juicio se expresa lógicamente por medio de una proposición, ya sea utilizando las palabras del lenguaje ordinario, empleando sím-

bolos matemáticos o haciendo uso de diagramas. Un mismo juicio puede ser enunciado por medio de varias proposiciones diferentes, tanto lingüísticas como simbólicas o gráficas. En todo caso, las diversas proposiciones que expresan un mismo juicio son equivalentes desde el punto de vista lógico. Los juicios singulares y particulares se expresan verbalmente en proposiciones de las formas que hemos mencionado en los Apartados 34 y 35, o de algunas variedades muy semejantes, como las que indicamos aquí:

Juicio de prófasis:	Es x (sea y o no sea y) Existe x Se cumple x
Juicio de prófasis inversa:	Es y (sea x o no sea x) Existe y Se cumple y
Juicio de antífasis:	No es x (sea y o no sea y) No existe x No se cumple x
Juicio de antífasis inversa:	No es y (sea x o no sea x) No existe y No se cumple y
Juicio de conjunción:	Algunos x son y Pocos x son y Muchos x son y Existe un x que es y Se cumplen x e y simultáneamente
Juicio de discordancia:	Algunos x no son y Pocos x no son y Muchos x no son y Existe un x que no es y Se cumple x pero no se cumple y
Juicio de discordancia inversa:	Algunos y no son x Pocos y no son x

Muchos y no son x
Existe un y que no es x
Se cumple y pero no se cumple x

Juicio de heterófasis:

Algunos que no son x tampoco son y
Pocos que no son x tampoco son y
Muchos que no son x tampoco son y
Existen algunos que no son x ni y
No se cumple x ni se cumple y

Por su parte, los juicios universales se pueden expresar verbalmente como proposiciones categóricas, como proposiciones disyuntivas o como proposiciones condicionales. Las proposiciones categóricas son aquellas en donde la relación entre los términos del juicio se expresa mediante una afirmación o una negación. Así, por ejemplo, son proposiciones categóricas: *Todos los peces tienen mandíbulas* y, también, *Ninguna dictadura es popular.* En las proposiciones disyuntivas, la relación entre los términos del juicio se expresa por medio de las alternativas incluidas en dicha relación. Por consiguiente, los mismos juicios que acabamos de utilizar como ejemplos se pueden expresar como proposiciones disyuntivas, de la manera siguiente: en el primer caso: *Los animales son peces con mandíbulas, o tienen mandíbulas sin ser peces, o bien, no tienen mandíbulas ni son peces;* y, análogamente, en el segundo caso: *Los gobiernos son dictaduras sin ser populares, o son populares sin ser dictaduras, o bien, no son dictaduras ni son populares.* Por su parte, las proposiciones condicionales expresan la relación del juicio de tal manera que uno de los términos enuncia la condición y se denomina *antecedente,* en tanto que el otro término se encuentra condicionado y recibe el nombre de *consecuente.* Entonces, los juicios que venimos utilizando como ejemplos se expresan como proposiciones condicionales de la manera siguiente: en el primer caso: *Si un animal es pez, entonces tiene mandíbulas;* y, en el otro caso: *Si un gobierno es una dictadura, entonces no es popular.* A continuación se muestran las fórmulas de las proposiciones categóricas, disyuntivas y condicionales que se usan para expresar los juicios universales:

Juicio	*Proposición categórica*	*Proposición disyuntiva*	*Proposición condicional*
Inclusión	Todo *no-x* es *y* Ningún *no-x* es *no-y*	Es *x*, o es *y*, o es ambos	Si no es *x*, entonces es *y* Si no es *y*, entonces es *x*
Implicación	Todo *x* es *y* Ningún *x* es *no-y*	Es *xy*, o es *y*, o ninguno	Si es *x*, entonces es *y* Si no es *y*, entono es *x*
Implicación inversa	Todo *y* es *x* Ningún *y* es *no-x*	Es *xy*, o es *x*, o ninguno	Si es *y*, entonces es *x* Si no es *x*, entonces no es *y*
Incompatibilidad	Todo *x* es *no-y* Ningún *x* es *y*	Es *x*, o es *y*, o ninguno	Si es *x*, entonces no es *y* Si es *y*, entonces no es *x*
Reciprocidad	Todo *x* es *y*, y todo *y* es *x* Ningún *x* es *no-y*; y ningún *y* es *no-x*	Es *xy* o ninguno	Si es *x*, entonces es *y*; y si es *y*, entonces es *x* Es *x* si, y sólo si, es *y*
Exclusión	Todo *x* es *no-y*; y todo *no-x* es *y* Ningún *x* es *y*; y ningún *no-x* es *no-y*	Es *x*, o es *y*, pero no ambos	Si es *x*, entonces no es *y*; y si no es *y*, entonces es *x* Es *x* si, y sólo si, no es *y*

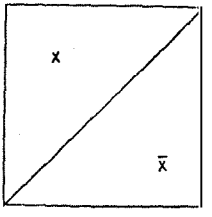
Apéndice VI

Expresión gráfica de las formas del juicio

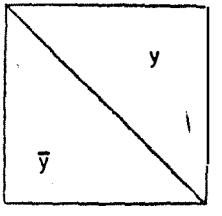
Las formas del juicio se pueden representar también gráficamente por medio de diagramas. Un diagrama lógico es una figura geométrica, generalmente plana, cuyas relaciones espaciales

tienen la misma estructura que las relaciones lógicas de una forma racional, como es el juicio por ejemplo. Por lo tanto, entre el diagrama lógico de un juicio y cualquiera otra de sus representaciones verbales o simbólicas, existe la misma relación que se tiene entre la representación gráfica de una línea y su ecuación algebraica correspondiente. En otras palabras, el diagrama de un juicio es simplemente otro modo de representar la misma estructura lógica del juicio. En los diagramas con que representaremos gráficamente aquí a los juicios, utilizaremos un cuadrado dividido por sus dos diagonales, de tal manera que dichas diagonales separen, respectivamente, a cada uno de los términos de su correspondiente opuesto. De esa manera, la superposición que resulta gráficamente entre los dos términos y sus contrarios, señala la conexión en que ellos se encuentran. Entonces, tenemos:

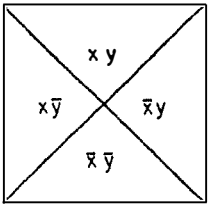
Un término y su opuesto



El otro término y su contrario

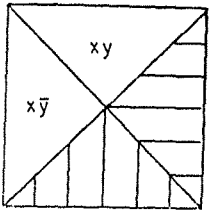


Ambos términos y sus opuestos

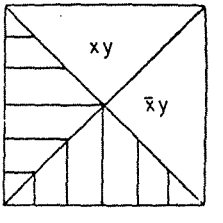


Utilizando ahora ese último diagrama, dejamos en blanco los triángulos correspondientes a las relaciones binarias que se cumplen en un juicio y rayamos los triángulos que corresponden a las relaciones que no se cumplen. Así, las dieciséis formas del juicio quedan representadas en los siguientes diagramas:

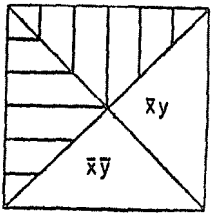
Juicio de prófasis



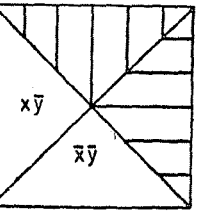
Juicio de prófasis inversa



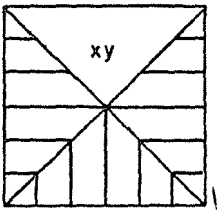
Juicio de antífasis



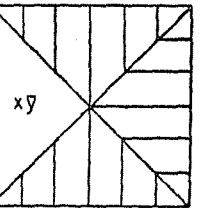
Juicio de antífasis inversa



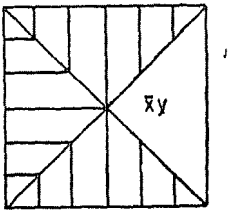
Juicio de conjunción



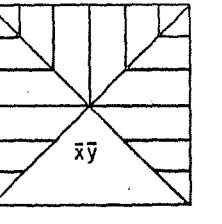
Juicio de discordancia



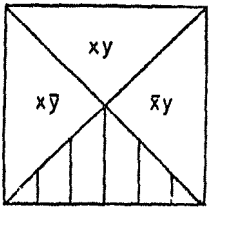
Juicio de discordancia inversa



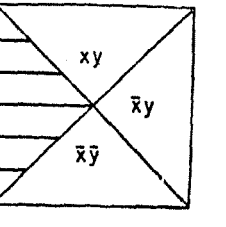
Juicio de heterófasis



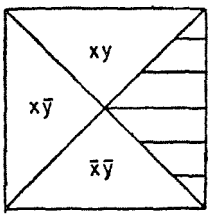
Juicio de inclusión



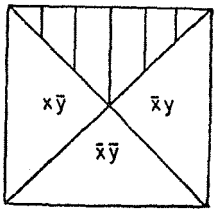
Juicio de implicación



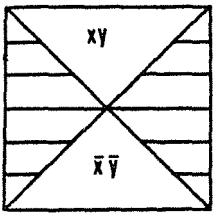
Juicio de implicación inversa



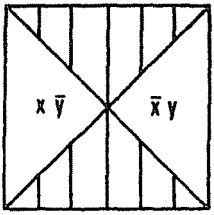
Juicio de incompatibilidad



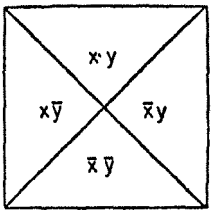
Juicio de reciprocidad



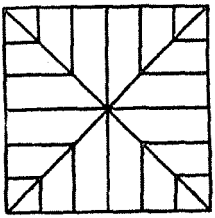
Juicio de exclusión



Juicio de pantáfasis



Juicio de enantiosis



Apéndice VII

Expresión simbólica de las formas del juicio

Para expresar con mayor facilidad y, a la vez, con pleno rigor y necesidad las formas del juicio, recurrimos a su representación simbólica. Con esta precisión en su expresión, se hacen mucho más sencillas las inferencias deductivas, resulta ser mucho más estricto su manejo y se pone al descubierto una gran cantidad de formas de inferir que la lógica tradicional ni siquiera pudo sospechar. En las expresiones con que representaremos simbó-

licamente a los juicios,[7] utilizaremos letras minúsculas para denotar la existencia de un elemento, al menos, del conjunto de elementos que constituyen un concepto, o sea, que representan variables cuantificadas existencialmente. Por otra parte, usaremos las letras mayúsculas para significar la totalidad de los elementos de un concepto, o sea, que representan variables cuantificadas universalmente. Además, emplearemos la misma letra, mayúscula o minúscula según sea el caso, para representar el mismo concepto, esto es, que mantendremos una relación biunívoca tal que, por ejemplo, a la variable existencial m (existe un m) le corresponde la variable universal M (todo m); y, recíprocamente, a M le corresponde m. La representación simbólica de un juicio estará constituida por un paréntesis, dentro del cual figurarán una o varias combinaciones de las letras que representan a los conceptos que se encuentran relacionados en el juicio en cuestión; en el caso de la enantiosis, el paréntesis estará vacío, ya que no se cumple ninguna relación. Cuando haya varias combinaciones de letras, éstas se separarán por un espacio en blanco, para señalar claramente que se trata de combinaciones diferentes. Tanto el orden de las letras en cada combinación, como el orden de las combinaciones, son conmutativos; de tal manera que la alteración de esos órdenes dentro del paréntesis no afecta a la expresión del juicio de que se trate.

Entonces, para indicar que existe, al menos, un elemento del concepto x, tendremos la expresión: (x). Para señalar que algunos elementos del concepto x también son elementos del concepto y, utilizaremos la expresión: (xy). Para denotar que todos los elementos del concepto x también son elementos del concepto y, y que recíprocamente todos los elementos del concepto $\bar{y}$ son elementos del concepto $\bar{x}$, emplearemos la expresión: $(Xy\ \bar{x}\bar{Y})$. Para significar que los conceptos x e y son equivalentes y que, por ende, también son equivalentes $\bar{x}$ e $\bar{y}$, usaremos la expresión: $(\mathrm{XY}\ \bar{\mathrm{X}}\bar{\mathrm{Y}})$. En fin, para señalar que se cumplen simultáneamente las cuatro relaciones posibles entre los términos, utilizaremos la expresión: $(xy\ x\bar{y}\ \bar{x}y\ \bar{x}\bar{y})$. Pues bien, con base

[7] Este simbolismo lo dimos a conocer en nuestro artículo: "Una función universal para el cálculo de inferencias", *Diánoia, Anuario de Filosofía,* México, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo de Cultura Económica, Año XIII, Núm. 13, 1967, págs. 221-247.

en tales expresiones, podemos representar las 16 formas simples del juicio, de la siguiente manera:

Denominación	*Representación simbólica*	*Interpretación verbal*
Juicio de prófasis	(x)	Es x
Juicio de prófasis inversa	(y)	Es y
Juicio de antífasis	$(\bar{x})$	No es x
Juicio de antífasis inversa	$(\bar{y})$	No es y
Juicio de conjunción	(xy)	Algunos x son y
Juicio de discordancia	$(x\bar{y})$	Algunos x no son y
Juicio de discordancia inversa	$(\bar{x}y)$	Algunos y no son x
Juicio de heterófasis	$(\bar{x}\bar{y})$	Algunos no son x ni son y
Juicio de inclusión	$(\bar{X}y\, x\bar{Y})$	Es x, o es y, o es ambos
Juicio de implicación	$(Xy\, \bar{x}\bar{Y})$	Todo x es y
Juicio de implicación inversa	$(\bar{X}\bar{y}\, xY)$	Todo y es x
Juicio de incompatibilidad	$(X\bar{y}\, \bar{x}Y)$	Ningún x es y
Juicio de reciprocidad	$(XY\, \bar{X}\bar{Y})$	Es x si, y sólo si, es y
Juicio de exclusión	$(X\bar{Y}\, \bar{X}Y)$	Es x si, y sólo si, no es y
Juicio de pantáfasis	$(xy\ x\bar{y}\ \bar{x}y\ \bar{x}\bar{y})$	Es x, o es y, o es ambos, o ninguno
Juicio de enantiosis	( )	No existe relación entre x, y, $\bar{x}$ e $\bar{y}$

APÉNDICE VIII

Refutación de los "principios" de falta de contradicción y del tercero excluido

El llamado "principio lógico supremo" de falta de contradicción, al establecer la exigencia de que sea imposible que un objeto *A* sea *B* y *no-B* al mismo tiempo, representa la negación de la conjuga-

ción entre dos términos —esto es, la negación del juicio de conjunción— y, por lo tanto, su expresión adopta la forma de un juicio incompatible.

Así, por ejemplo, tenemos que la negación del juicio conjugante: *En algunos casos, la relación entre los juicios mutuamente inversos es simultáneamente simétrica y asimétrica,*[8] equivale al juicio incompatible: *La relación entre dos juicios mutuamente inversos no puede ser, a la vez, simétrica y asimétrica.* En consecuencia, quedan expresadas explícitamente sólo dos de las tres alternativas que comprende esta forma de juicio, y que son: *a)* que la relación entre dos juicios mutuamente inversos sea simétrica y no sea asimétrica,[9] *b)* que la relación entre dos juicios mutuamente inversos sea asimétrica y no sea simétrica.[10]

Pero, hace falta considerar la tercera alternativa, la cual se encuentra incluida ineludiblemente en todo juicio incompatible, y es: *c)* que la relación entre dos juicios mutuamente inversos no sea simétrica, ni tampoco sea asimétrica.[11] Y, por consiguiente, resulta de una manera ineludible que el "principio de falta de contradicción" comprende siempre la posibilidad de que un objeto *A* no sea *B*, ni tampoco sea *no-B*.

Como ilustración, daremos otros ejemplos. Del juicio incompatible: *Al finalizar un curso, un alumno no puede quedar, a la vez, aprobado y reprobado;* obtenemos las siguientes alternativas: *a)* que el alumno quede aprobado y, por ende, no reprobado; *b)* que el alumno quede reprobado y, por lo tanto, no aprobado; y, *c)* que el alumno no quede aprobado, ni tampoco reprobado. Igualmente, del juicio incompatible: *El cociente de la división entre un número racional no puede ser, a la vez, un número entero y fraccionario;* se desprenden las alternativas que siguen: *a)* que el cociente sea un número entero y no fracciona-

[8] Cuando un juicio implica siempre a su inverso, se encuentra en relación de simetría con él; y, cuando un juicio excluye siempre a su inverso, entre ellos existe una relación de asimetría. Bertrand Russell, *Los principios de la matemática,* págs. 278 y sig.

[9] Por ejemplo, la relación existente entre el juicio conjugante y el juicio conjugante inverso.

[10] Como ocurre con la relación existente entre el juicio discordante y el juicio discordante inverso.

[11] Así sucede, por ejemplo, con la relación existente entre el juicio implicante y el juicio implicante inverso.

rio; *b)* que el cociente sea un número fraccionario y no entero; y *c)* que el cociente no sea entero, ni tampoco fraccionario.[12]

Entonces, como la expresión rigurosa del "principio de falta de contradicción" incluye necesariamente la condición de que un objeto *A* pueda no ser *B* ni tampoco ser *no-B,* resulta que al sostener este "principio" se estará implicando, ineludiblemente, la refutación del llamado "principio del tercero excluido".

Ahora bien, por su parte, el "principio del tercero excluido", al establecer la exigencia de que sea imposible que un objeto *A* no sea *B* ni tampoco sea *no-B,* representa la negación de la conjugación entre los opuestos de dos términos —esto es, la negación del juicio de heterófasis— y, por consiguiente, su expresión adopta la forma de un juicio de inclusión.

Entonces tenemos, por ejemplo, que la negación del juicio heterofático: *En algunos casos, la relación entre dos juicios de la misma forma y respecto a tres términos, no es transitiva ni tampoco es intransitiva,*[13] equivale al juicio incluyente: *La relación entre dos juicios de la misma forma y respecto a tres términos es transitiva o es intransitiva.* Así quedan expresadas explícitamente dos de las tres alternativas que comprende esta forma de juicio: *a)* que la relación entre dos juicios sea transitiva y no sea intransitiva;[14] *b)* que la relación entre dos juicios sea intransitiva y no sea transitiva.[15]

Pero, existe una tercera alternativa que siempre está contenida en todo juicio de inclusión, y es: *c)* que la relación entre dos juicios de la misma forma y respecto a tres términos sea transitiva e intransitiva simultáneamente.[16] Y, por lo tanto, re-

[12] Tal es el caso cuando el divisor es el cero.

[13] Cuando la conjugación entre un juicio establecido respecto a dos términos y el juicio inverso correspondiente al segundo de estos términos y a un tercero, implica siempre al juicio formulado en cuanto al primero y al tercero de los términos, entonces, dichos juicios se encuentran en conexión de transitividad. Por otra parte, cuando la conjugación de los dos primeros juicios excluye siempre al tercer juicio, entonces, entre ellos existe una relación de intransitividad. B. Russell, *op. cit.,* págs. 278 y sig.

[14] Tal ocurre, por ejemplo, con la relación existente entre tres juicios heterofáticos.

[15] Como sucede con la relación existente entre tres juicios de exclusión.

[16] Como es, por ejemplo, la relación existente entre tres juicios de discordancia.

sulta que el "principio del tercero excluido" no sólo no excluye, sino que incluye de modo ineludible una tercera posibilidad: la de que un objeto *A* sea *B* y *no-B* al mismo tiempo.

Daremos otros ejemplos ilustrativos: *Las bacterias son aerobias, o anaerobias, o bien, son aerobias y anaerobias a la vez. Las sustancias son cristalinas, o amorfas, o cristalinas y amorfas simultáneamente. Todo organismo sexuado es masculino, o es femenino, o tiene ambos sexos a la vez.*

En consecuencia, como la expresión rigurosa del "principio del tercero excluido" siempre es un juicio de inclusión, tenemos que comprende necesariamente la condición de que un objeto *A* pueda ser *B* y *no-B* simultáneamente; por lo cual resulta que al sostener este "principio" se estará implicando, ineludiblemente, la refutación del llamado "principio de falta de contradicción". Entonces, los susodichos "principios" se refutan mutuamente, de un modo irremediable.[17]

Y, lo que es más, todo juicio de inclusión constituye una violación del "principio de falta de contradicción"; y, a su vez, todo juicio de incompatibilidad es violatorio del "principio del tercero excluido". Por otra parte, también existen juicios que son simultáneamente violatorios de ambos "principios", como lo es, por ejemplo, el siguiente juicio de pantáfasis: *Todo número es real y no imaginario, o es imaginario y no real, o es real e imaginario a la vez, o bien, no es real ni imaginario.*

Finalmente, debemos advertir que la refutación de los "principios lógicos supremos" que acabamos de presentar aquí, la hemos encontrado estrictamente sin salirnos del dominio de la propia lógica formal. Antes, en los Apéndices I y II, nos hemos referido ya a su carencia de validez objetiva.

[17] Esta refutación la presentamos en *Propiedades dialécticas de la negación lógica,* Seminario de Problemas Científicos y Filosóficos, Cuaderno 9, Primera Serie, 2a. edición, 1958.

VIII. TEORÍA DE LA INFERENCIA DEDUCTIVA

§ 41. Función de la deducción

La deducción es un proceso lógico por el cual, partiendo de uno o más juicios que expresan conocimientos ya adquiridos o por lo menos postulados, se deriva otro juicio en que se expone un conocimiento menos general o, lo que es lo mismo, particularizado e implicado en los antecedentes. A los juicios que hacen el papel de condiciones se les denomina *premisas,* al resultado o juicio deducido se le llama *conclusión* y a la operación en conjunto se le conoce con el nombre de *deducción.*[1] La validez de la inferencia deductiva no radica en la corrección formal del procedimiento seguido para su obtención, sino que se encuentra siempre en la objetividad de las relaciones establecidas. Así, una inferencia deductiva será válida en tanto que lo sean sus premisas y su conclusión. Algunas veces, lo que se obtiene primero son las premisas —esto es, las condiciones— ya sea como resultado directo de un experimento, o bien como consecuencia de un desarrollo racional fundamentado y, entonces, se establece una conclusión que luego es sometida a prueba para verificar su validez. En otros casos, se parte de una conclusión ya comprobada o formulada teóricamente con rigor, para inferir de ella las premisas que le corresponden y más adelante sujetarlas a la verificación experimental.

Cuando se omite la comprobación objetiva de la conclusión o de las premisas, la deducción se convierte en una operación puramente formal y carente de valor como instrumento metódico. Además, cuando esto ocurre, se hace enteramente posible —no sólo en teoría, sino también prácticamente— el deducir conclusiones correctas, desde el punto de vista formal, pero objetiva-

[1] Francisco Larroyo y Miguel A. Ceballos, *La lógica de la ciencia,* México, Editorial Porrúa, 1945, pág. 183.

mente falsas. Por otra parte, aun considerando a la corrección formal del procedimiento deductivo como condición suficiente para asegurar la validez de la conclusión inferida, no obstante, resulta que la comprobación objetiva de esta conclusión es el único medio inequívoco para poder advertir los errores que se hayan cometido al aplicar formalmente las reglas de la inferencia deductiva. Y, entonces, tenemos que siempre es la prueba de la verificación objetiva de su resultado lo que garantiza prácticamente la corrección formal de una inferencia.

Teniendo en cuenta las condiciones dentro de las cuales funciona, la inferencia deductiva es una operación analíti. a para descubrir la interconexión de los conocimientos adquiridos y para formar hipótesis de trabajo dentro de la investigación científica. En general, el conocimiento deductivo procede de inferencias practicadas con apoyo en resultados experimentales y, por consiguiente, la conclusión así lograda tiene que ser sometida a la prueba de verificar su existencia —o, en caso dado, su inexistencia— por medio de nuevos experimentos. De estos últimos se vuelve a deducir otra conclusión que, a su vez, también se comprueba experimentalmente y conduce al descubrimiento de nuevas conclusiones. Por otra parte, la conclusión puede no ser única, ya que pueden tenerse como posibles a varias conclusiones y, aún más, puede ser que dos o más conclusiones sean simultáneamente válidas. Igualmente, las premisas también pueden ser múltiples, de tal modo que a una misma conclusión le pueden corresponder, con validez objetiva, distintas premisas o grupos de premisas.

Las formas que adopta la inferencia corresponden efectivamente a las operaciones que practica el pensamiento, como expresión de las interrelaciones conceptuales en que se refleja la objetividad del universo. Además, todo proceso se manifiesta con una gran riqueza de formas y de maneras de existir, siendo susceptible de una infinidad de determinaciones. Por lo tanto, la conexión que se establece en la inferencia corresponde a las relaciones existentes en la naturaleza y en la sociedad y, al propio tiempo, el desarrollo de la inferencia representa al desenvolvimiento de los procesos universales. De este modo es como la inferencia adquiere un contenido definido y está condicionada por la existencia objetiva. La inferencia es, así, una forma del

conocimiento más elevada que el juicio y que el concepto, puesto que en ella se expresa de manera más completa la conexión entre los conceptos y los juicios, reflejando la unidad y la interrelación de los procesos de la sociedad y de la naturaleza.[2] Por lo tanto, las inferencias se encuentran conectadas estrechamente entre sí. Esta conexión entre las diversas formas de inferir, además de exhibir la concatenación lógica que se sigue en el proceso del conocimiento, también pone de manifiesto el desarrollo histórico que la propia operación de inferir ha tenido, a medida que el conocimiento ha progresado. Entonces, las formas de la inferencia deductiva se pueden clasificar de tal manera que su agrupamiento corresponda a su relación lógica; con lo cual se reproducirá al mismo tiempo su desenvolvimiento histórico, desde las formas menos elevadas hasta las formas superiores. De acuerdo con este criterio se consideran cinco clases de inferencias deductivas: 1) inferencias por oposición; 2) inferencias categóricas; 3) inferencias hipotéticas; 4) dilemas; y, 5) inferencias compuestas. Aquí nos ocuparemos solamente de las tres primeras clases de inferencias.[3]

§ 42. Inferencias por oposición

Las inferencias por oposición se practican partiendo de un solo juicio como premisa, para obtener como conclusión otro u otros juicios. En esta clase de inferencias intervienen solamente dos términos, los cuales figuran tanto en la premisa como en las conclusiones. Una característica peculiar de este tipo de inferencia es la de que se pueden obtener conclusiones tanto cuando la premisa es válida, como cuando es falsa; aunque, por supuesto, son diferentes las conclusiones en uno u otro caso. La ejecución de estas inferencias se basa en las diversas relaciones de oposición por contradicción, por contrariedad, por subcontrariedad y por subalternación que tratamos en el Apartado 39, y en el cumplimiento de las reglas siguientes:

[2] Shur, *Las teorías del concepto.*

[3] Para los dilemas y las inferencias compuestas puede verse, del autor, *Lógica General,* México, Editorial Grijalbo, quinta edición, 1972, págs. 173-180.

1. Dos proposiciones opuestas contradictorias no pueden ser válidas a la vez; de tal manera que, si una de ellas es válida, entonces la otra es falsa.
2. Dos proposiciones opuestas contradictorias no pueden ser falsas a la vez; de tal modo que, si una de ellas es falsa, entonces la otra es válida.
3. Dos proposiciones opuestas por contrariedad no pueden ser válidas simultáneamente; de tal manera que, si una de ellas es válida, entonces la otra es falsa.
4. Dos proposiciones opuestas por subcontrariedad no pueden ser falsas a la vez; de tal modo que, si una de ellas es falsa, entonces la otra es válida.
5. Si una proposición subalternante es válida, entonces también son válidas las proposiciones que se encuentran subalternadas a ella.
6. Si una proposición subalternada es falsa, entonces también son falsas las proposiciones subalternantes de ella.

Aplicando las reglas anteriores a las oposiciones entre los juicios, se pueden ejecutar las inferencias que presentamos en el cuadro siguiente:

Premisa	*Conclusiones por contradicción*	*Conclusiones por contrariedad o por subcontrariedad*	*Conclusiones por subalternación*
Conjunción *Válido*	Incompatibilidad *Falso*		
Conjunción *Falso*	Incompatibilidad *Válido*	Discordancia *Válido* Discordancia inversa *Válido*	Implicación *Falso* Implicación inversa *Falso* Inclusión *Falso* Reciprocidad *Falso*

Premisa	*Conclusiones por contradicción*	*Conclusiones por contrariedad o por subcontrariedad*	*Conclusiones por subalteración*
Discordancia *Válido*	Implicación *Falso*		
Discordancia *Falso*	Implicación *Válido*	Conjunción *Válido* Heterófasis *Válido*	Incompatibilidad *Falso* Implicación inversa *Falso* Inclusión *Falso* Exclusión *Falso*
Discordancia inversa *Válido*	Implicación inversa *Falso*		
Discordancia inversa *Falso*	Implicación inversa *Válido*	Conjunción *Válido* Heterófasis *Válido*	Incompatibilidad *Falso* Implicación *Falso* Inclusión *Falso* Exclusión *Falso*
Heterófasis *Válido*	Inclusión *Falso*		
Heterófasis *Falso*	Inclusión *Válido*	Discordancia *Válido* Discordancia inversa *Válido*	Incompatibilidad *Falso* Implicación *Falso* Implicación inversa *Falso* Reciprocidad *Falso*

Premisa	*Conclusiones por contradicción*	*Conclusiones por contrariedad o por subcontrariedad*	*Conclusiones por subalteración*
Inclusión *Válido*	Heterófasis *Falso*	Implicación *Falso* Implicación inversa *Falso*	Conjunción *Válido* Discordancia *Válido* Discordancia inversa *Válido*
Inclusión *Falso*	Heterófasis *Válido*		
Implicación *Válido*	Discordancia *Falso*	Incompatibilidad *Falso* Inclusión *Falso*	Conjunción *Válido* Discordancia inversa *Válido* Heterófasis *Válido*
Implicación *Falso*	Discordancia *Válido*		
Implicación inversa *Válido*	Discordancia inversa *Falso*	Inclusión *Falso* Incompatibilidad *Falso*	Conjunción *Válido* Discordancia *Válido* Heterófasis *Válido*
Implicación inversa *Falso*	Discordancia inversa *Válido*		
Incompatibilidad *Válido*	Conjunción *Falso*	Implicación *Falso* Implicación inversa *Falso*	Discordancia *Válido* Discordancia inversa *Válido* Heterófasis *Válido*

Premisa	*Conclusiones por contradicción*	*Conclusiones por contrariedad o por subcontrariedad*	*Conclusiones por subalteración*
Incompatibilidad *Falso*	Conjunción *Válido*		
Reciprocidad *Válido*	Exclusión *Falso*		Conjunción *Válido* Heterófasis *Válido*
Reciprocidad *Falso*	Exclusión *Válido*		
Exclusión *Válido*	Reciprocidad *Falso*		Discordancia *Válido* Discordancia inversa *Válido*
Exclusión *Falso*	Reciprocidad *Válido*		

Por ejemplo, si tenemos como premisa el juicio de inclusión siguiente: *Las estructuras matemáticas son algebraicas, o son topológicas, o bien, son algebraicas y topológicas,* del cual sabemos que es válido, entonces obtenemos las siguientes conclusiones por oposición:

Algunas estructuras matemáticas no son algebraicas ni topológicas (juicio de heterófasis), es falso.

Toda estructura matemática algebraica es topológica (juicio de implicación), es falso.

Toda estructura matemática topológica es algebraica (juicio de implicación inversa), es falso.

Algunas estructuras matemáticas algebraicas son topológicas (juicio de conjunción), es válido.

Algunas estructuras matemáticas algebraicas no son topológicas (juicio de discordancia), es válido.

Algunas estructuras matemáticas topológicas no son algebraicas (juicio de discordancia inversa), es válido.

§ 43. Inferencias categóricas

La inferencia categórica se compone de tres juicios: dos premisas y una conclusión. Tanto las dos premisas como la conclusión pueden ser juicios universales o particulares, expresados en forma categórica, esto es, de una manera explícitamente afirmativa o negativa. En este tipo de inferencia intervienen tres términos. Los dos términos que constituyen la conclusión son llamados *extremos,* y cada uno de ellos figura también en una de las premisas; mientras que el otro término es común para ambas premisas y se denomina *término medio.* Por consiguiente, cada una de las premisas está formada por el término medio y uno de los extremos. El *silogismo* —nombre tradicional de la inferencia categórica— consiste en demostrar cómo la relación entre los términos del juicio deducido —o sea, la conclusión— se encuentra implicada por las relaciones expresadas en los juicios condicionantes —es decir, por las premisas— y, por lo tanto, se puede inferir de ellas por la mediación del término medio.

El operador de la inferencia silogística es el término medio. Éste debe expresar la unidad y la conexión concreta entre las determinaciones. Un mismo término medio puede conducir a diferentes conclusiones e, igualmente, una misma conclusión puede obtenerse de distintos términos medios. Cuando se considera al silogismo unilateralmente, tomando en cuenta únicamente su carácter formal y abstracto, entonces, se convierte en una operación meramente fortuita y sin significación objetiva. Cuando ocurre esto, se hace posible llegar a probar las conclusiones menos objetivas o más descabelladas, por medio de silogismos correctos desde el punto de vista de la formalidad tradicional. Cada una de las determinaciones de un proceso puede desempeñar el papel de término medio en un silogismo. Mientras más intensidad tenga un concepto, mayor será el número de propiedades que pueden servir como términos medios. Ahora bien, la

selección de aquel aspecto que sea necesario para establecer la deducción buscada, es una parte importante de la tarea investigadora; ya que dicho aspecto se encuentra determinado, en cada caso, por las condiciones objetivas que es necesario tener en cuenta. Cuando esta selección no es objetiva, se pueden formular conclusiones falsas, no obstante que el término medio y las premisas mismas sean verdaderos. Así, por ejemplo, si se toma como término medio a la fuerza de gravitación, considerando que ella hace que los planetas sean atraídos por el sol, entonces, se concluye que los planetas están cayendo en dirección al sol; porque se ha dejado de tomar en cuenta la fuerza centrífuga que los planetas ejercen a su vez, como resultado de su movimiento de rotación. De este modo, se advierte cómo no hay nada más insuficiente que el silogismo formal, cuando se apoya sobre la contingencia o la arbitrariedad de un término medio mutilado.[4]

La validez de la deducción silogística se encuentra condicionada por las trece reglas que expresamos a continuación. Estas reglas deben la necesidad de su cumplimiento al hecho de que han sido extraídas, como características comunes, de las demostraciones correspondientes a todos y cada uno de los modos válidos de la inferencia mediata. Las reglas son:

1. El silogismo está integrado por tres juicios: dos premisas y una conclusión.
2. Los tres juicios que integran un silogismo pueden ser juicios universales definidos, universales indefinidos o particulares.
3. Entre las dos premisas y la conclusión se tienen solamente tres términos: dos términos extremos y un término medio.
4. El término medio no figura en la conclusión.
5. El cambio en el orden de las premisas no altera la conclusión, siempre que sea posible conservar el mismo orden entre los tres términos, incluso invirtiendo las premisas y la conclusión.
6. Cuando una de las premisas, o las dos, son juicios cuya inversión es equivalente (conjunción, heterófasis, inclusión, incompatibilidad, reciprocidad y exclusión), entonces el intercam-

[4] Hegel, *Ciencia de la lógica,* ed. cit.; tomo II, págs. 365 y sig.

bio de los términos de esas premisas no altera la conclusión.

7. Una de las premisas, por lo menos, tiene que ser un juicio universal. Cuando las dos premisas son juicios particulares, la inferencia no es concluyente.
8. Si las dos premisas son juicios universales definidos, entonces la conclusión también es un juicio universal definido.
9. Si una de las premisas es un juicio universal definido y la otra es un juicio universal indefinido, entonces la conclusión es un juicio universal indefinido.
10. Si una de las premisas es un juicio particular, entonces la conclusión también es un juicio particular.
11. Si las dos premisas son juicios universales indefinidos, la conclusión es igualmente un juicio universal indefinido, siempre que en uno de ellos figure la clase representada por el término medio en toda su extensión y que, en el otro juicio figure la clase opuesta al término medio en toda su extensión. En caso contrario, la conclusión es un juicio particular.
12. Si una de las premisas es un juicio universal indefinido en el cual figure el término medio en toda su extensión, y la otra premisa es un juicio particular, entonces el silogismo es concluyente sólo cuando la premisa particular niega al término medio.
13. Si una de las premisas es un juicio universal indefinido en el cual figure el opuesto del término medio considerado en toda su extensión, y la otra premisa es un juicio particular, entonces el silogismo es concluyente sólo cuando la premisa particular afirma el término medio.

Con base en las reglas 5 y 6 desaparece la distinción tradicional del silogismo en cuatro figuras y, además, los 19 modos válidos de la lógica formal quedan reducidos a sólo 8 de las formas que vamos a presentar en seguida. Asimismo, los 35 modos válidos expuestos por Boole,[5] quedan reducidos a 10 de las formas que presentamos adelante. Ahora bien, entre las 10 clases de juicios que pueden servir como premisas, tomados de dos en dos, son posibles matemáticamente 100 combinaciones. Pero, de acuerdo con la regla 7 quedan excluidos los 16 casos en que

[5] *The mathematical analysis of logic,* ed. cit., págs. 31-47.

una premisa es universal indefinida y la otra es particular; igualmente, conforme a las reglas 12 y 13, quedan excluidos 16 de los casos en que una premisa es universal indefinida y la otra es particular. De esta manera, se obtienen 68 casos válidos de la inferencia categórica. Pero todavía 31 de estos casos quedan resumidos en otros, ya que se diferencian únicamente por el orden de sus premisas. De tal modo que, por último, tenemos 37 formas válidas diferentes de la inferencia categórica, tal como las presentamos a continuación:

Forma	*Premisas*		*Conclusión*
1ª	Reciprocidad	Reciprocidad	Reciprocidad
2ª	Reciprocidad Exclusión	Exclusión Reciprocidad	Exclusión Exclusión
3ª	Reciprocidad Implicación inversa	Implicación inversa Reciprocidad	Implicación inversa Implicación inversa
4ª	Reciprocidad Implicación	Implicación Reciprocidad	Implicación Implicación
5ª	Reciprocidad Incompatibilidad	Incompatibilidad Reciprocidad	Incompatibilidad Incompatibilidad
6ª	Reciprocidad Inclusión	Inclusión Reciprocidad	Inclusión Inclusión
7ª	Reciprocidad Heterófasis	Heterófasis Reciprocidad	Heterófasis Heterófasis
8ª	Reciprocidad Discordancia	Discordancia Reciprocidad	Discordancia Discordancia
9ª	Reciprocidad Discordancia inversa	Discordancia inversa Reciprocidad	Discordancia inversa Discordancia inversa
10ª	Reciprocidad Conjunción	Conjunción Reciprocidad	Conjunción Conjunción
11ª	Exclusión	Exclusión	Reciprocidad

Forma	*Premisas*		*Conclusión*
12ª	Exclusión Implicación	Implicación inversa Exclusión	Incompatibilidad Incompatibilidad
13ª	Exclusión Implicación inversa	Implicación Exclusión	Inclusión Inclusión
14ª	Exclusión Incompatibilidad	Incompatibilidad Exclusión	Implicación inversa Implicación
15ª	Exclusión Inclusión	Inclusión Exclusión	Implicación Implicación inversa
16ª	Exclusión Heterófasis	Heterófasis Exclusión	Discordancia Discordancia inversa
17ª	Exclusión Discordancia inversa	Discordancia Exclusión	Heterófasis Heterófasis
18ª	Exclusión Discordancia	Discordancia inversa Exclusión	Conjunción Conjunción
19ª	Exclusión Conjunción	Conjunción Exclusión	Discordancia inversa Discordancia
20ª	Implicación Implicación inversa	Implicación Implicación inversa	Implicación Implicación inversa
21ª	Implicación inversa	Implicación	Conjunción
22ª	Implicación inversa Incompatibilidad	Incompatibilidad Implicación	Discordancia Discordancia inversa
23ª	Implicación inversa Inclusión	Inclusión Implicación	Inclusión Inclusión

Forma	*Premisas*		*Conclusión*
24ª	Implicación inversa Discordancia inversa	Discordancia Implicación	Discordancia Discordancia inversa
25ª	Implicación inversa Conjunción	Conjunción Implicación	Conjunción Conjunción
26ª	Implicación	Implicación inversa	Heterófasis
27ª	Implicación Incompatibilidad	Incompatibilidad Implicación inversa	Incompatibilidad Incompatibilidad
28ª	Implicación Inclusión	Inclusión Implicación inversa	Discordancia inversa Discordancia
29ª	Implicación Heterófasis	Heterófasis Implicación inversa	Heterófasis Heterófasis
30ª	Implicación Discordancia	Discordancia inversa Implicación inversa	Discordancia inversa Discordancia
31ª	Incompatibilidad	Incompatibilidad	Heterófasis
32ª	Incompatibilidad Inclusión	Inclusión Incompatibilidad	Implicación Implicación inversa
33ª	Incompatibilidad Discordancia inversa	Discordancia Incompatibilidad	Heterófasis Heterófasis
34ª	Incompatibilidad Conjunción	Conjunción Incompatibilidad	Discordancia inversa Discordancia
35ª	Inclusión	Inclusión	Conjunción

Forma	*Premisas*		*Conclusión*
36ª	Inclusión Heterófasis	Heterófasis Inclusión	Discordancia Discordancia inversa
37ª	Inclusión Discordancia	Discordancia inversa Inclusión	Conjunción Conjunción

Ahora bien, si consideramos la distinción que se puede introducir en las inferencias mediatas, tanto respecto al orden de las premisas como a la inversión de sus términos —en aquellos casos en que los juicios admiten esta operación sin alterarse— entonces, resultan 184 modos válidos, tal como lo resumimos en seguida:

1ª forma, caso único, 4 modos.[6]
2ª forma, primer caso, 4 modos; segundo caso, 4 modos.
3ª forma, primer caso, 2 modos; segundo caso, 2 modos.
4ª forma, primer caso, 2 modos; segundo caso, 2 modos.

[6] En este caso, los 4 modos distintos son:

Es *X* cuando, y sólo cuando, es *Y*.
Es *Y* cuando, y sólo cuando, es *Z*.
Es *X* cuando, y sólo cuando, es *Z*.

Es *X* cuando, y sólo cuando, es *Y*.
Es *Z* cuando, y sólo cuando, es *Y*.
Es *X* cuando, y sólo cuando, es *Z*.

Es *Y* cuando, y sólo cuando, es *X*.
Es *Z* cuando, y sólo cuando, es *Y*.
Es *X* cuando, y sólo cuando, es *Z*.

Es *Y* cuando, y sólo cuando, es *X*.
Es *Y* cuando, y sólo cuando, es *Z*.
Es *X* cuando, y sólo cuando, es *Z*.

Y así tenemos análogamente, en los otros casos, los distintos modos como diferentes combinaciones de las mismas premisas, invirtiéndolas y cambiando su orden.

5ª forma, primer caso, 4 modos; segundo caso, 4 modos.
6ª forma, primer caso, 4 modos; segundo caso, 4 modos.
7ª forma, primer caso, 4 modos; segundo caso, 4 modos.
8ª forma, primer caso, 2 modos; segundo caso, 2 modos.
9ª forma, primer caso, 2 modos; segundo caso, 2 modos.
10ª forma, primer caso, 4 modos; segundo caso, 4 modos.
11ª forma, caso único, 4 modos.
12ª forma, primer caso, 2 modos; segundo caso, 2 modos.
13ª forma, primer caso, 2 modos; segundo caso, 2 modos.
14ª forma, primer caso, 4 modos; segundo caso, 4 modos.
15ª forma, primer caso, 4 modos; segundo caso, 4 modos.
16ª forma, primer caso, 4 modos; segundo caso, 4 modos.
17ª forma, primer caso, 2 modos; segundo caso, 2 modos.
18ª forma, primer caso, 2 modos; segundo caso, 2 modos.
19ª forma, primer caso, 4 modos; segundo caso, 4 modos.
20ª forma, primer caso, 1 modo; segundo caso, 1 modo.
21ª forma, caso único, 1 modo.
22ª forma, primer caso, 2 modos; segundo caso, 2 modos.
23ª forma, primer caso, 2 modos; segundo caso, 2 modos.
24ª forma, primer caso, 1 modo; segundo caso, 1 modo.
25ª forma, primer caso, 2 modos; segundo caso, 2 modos.
26ª forma, caso único, 1 modo.
27ª forma, primer caso, 2 modos; segundo caso, 2 modos.
28ª forma, primer caso, 2 modos; segundo caso, 2 modos.
29ª forma, primer caso, 2 modos; segundo caso, 2 modos.
30ª forma, primer caso, 1 modo; segundo caso, 1 modo.
31ª forma, caso único, 4 modos.
32ª forma, primer caso, 4 modos; segundo caso, 4 modos.
33ª forma, primer caso, 2 modos; segundo caso, 2 modos.
34ª forma, primer caso, 4 modos; segundo caso, 4 modos.
35ª forma, caso único, 4 modos.
36ª forma, primer caso, 4 modos; segundo caso, 4 modos.
37ª forma, primer caso, 2 modos; segundo caso, 2 modos.

Esta distinción tiene la importancia de hacer que se destaque la mayor fecundidad de la deducción, tal como aquí la presentamos. Puesto que, a los 19 modos válidos de la lógica tradicional hemos agregado otros 165 más, hasta hacer el total de 184

modos válidos de la inferencia mediata. Estas formas válidas se refieren a los silogismos simples, en los cuales se tienen dos premisas y una conclusión, de conformidad con la regla 1. Ahora bien, es claro que todo juicio obtenido como conclusión de una inferencia mediata puede servir también como premisa para otro silogismo, del cual se obtendrá otra conclusión que a su vez servirá como premisa en otra inferencia mediata y, así, sucesivamente. Esta deducción compuesta se puede efectuar, en ocasiones, en una sola operación; formándose entonces una cadena de silogismos, en la cual la conclusión de una inferencia es, al mismo tiempo, una premisa del silogismo siguiente. De este modo, en cada uno de los eslabones se va agregando una premisa nueva y, a la vez, el que era término extremo en el silogismo anterior se convierte en término medio del siguiente. Estos enlaces se pueden establecer entre todas las formas del silogismo simple y, además, cada forma se puede repetir indefinidamente. De esa manera, se tiene una gran diversidad de cadenas silogísticas. Sin embargo, su demostración se encuentra en la conjugación de la validez de las distintas formas simples que quedan incluidas en cada cadena. Y, por consiguiente, las cadenas silogísticas —también llamadas *silogismos complejos*— no son otra cosa que la sucesión y la reiteración enlazadas de las formas simples expuestas a continuación:

1ª FORMA:

Premisa: Juicio reciprocante.
Premisa: Juicio reciprocante.
Conclusión: Juicio reciprocante.

EJEMPLOS:

Premisa: Todo triángulo equiángulo es equilátero, y todo triángulo equilátero es equiángulo.
Premisa: Todo triángulo equilátero es regular, y todo triángulo regular es equilátero.
Conclusión: Todo triángulo equiángulo es regular, y todo triángulo regular es equiángulo.

Premisa: Todo cambio temporal modifica al espacio, y todo cambio espacial modifica al tiempo.

Premisa: Todo cambio en la distribución de energía modifica al espacio, y todo cambio espacial modifica la distribución de energía.

Conclusión: Todo cambio temporal modifica la distribución de energía, y todo cambio en la distribución de energía modifica al tiempo.

2ª FORMA:

Premisa: Juicio reciprocante.
Premisa: Juicio excluyente.
Conclusión: Juicio excluyente.

Premisa: Juicio excluyente.
Premisa: Juicio reciprocante.
Conclusión: Juicio excluyente.

EJEMPLOS:

Premisa: Todo producto de números primos es un número natural, y todo número natural es producto de números primos.

Premisa: Todo número natural es par o impar, pero nunca es par e impar simultáneamente.

Conclusión: Todo producto de números primos es par o impar, pero nunca es simultáneamente par e impar.

Premisa: Todo concepto es científico o es metafísico, pero nunca es ambas cosas a la vez.

Premisa: Todo concepto científico es explicativo, objetivo y racional; y todo concepto explicativo, objetivo y racional es científico.

Conclusión: Todo concepto es metafísico o es explicativo, objetivo y racional; pero no existen conceptos que sean metafísicos, explicativos, objetivos y racionales.

3ª FORMA:

Premisa: Juicio reciprocante.
Premisa: Juicio implicante inverso.
Conclusión: Juicio implicante inverso.

Premisa: Juicio implicante inverso.
Premisa: Juicio reciprocante.
Conclusión: Juicio implicante inverso.

EJEMPLOS:

Premisa: Todo animal metazoario es pluricelular, y todo animal que no es metazoario tampoco es pluricelular.

Premisa: Todo animal que tiene sistema nervioso es pluricelular.
Conclusión: Todo animal que tiene sistema nervioso es metazoario.

Premisa: Todo vegetal con clorofila es autótrofo.
Premisa: Todo vegetal con clorofila realiza la fotosíntesis, y todo vegetal que realiza la fotosíntesis contiene clorofila.
Conclusión: Todo vegetal que realiza la fotosíntesis es autótrofo.

4ª FORMA:

Premisa: Juicio reciprocante.	*Premisa:* Juicio implicante.
Premisa: Juicio implicante.	*Premisa:* Juicio reciprocante.
Conclusión: Juicio implicante	*Conclusión:* Juicio implicante.

EJEMPLOS:

Premisa: Todo animal unicelular es protozoario, y todo protozoario es animal unicelular.
Premisa: Todo protozoario tiene medios de locomoción, cuando menos en su fase juvenil.
Conclusión: Todo animal unicelular tiene medios de locomoción, cuando menos en su fase juvenil.

Premisa: Todo número primo es número natural.
Premisa: Todo número natural es la suma de uno, dos, tres o cuatro números cuadrados; y toda suma de uno, dos, tres o cuatro números cuadrados es un número natural.
Conclusión: Todo número primo es la suma de uno, dos, tres o cuatro números cuadrados.

5ª FORMA:

Premisa: Juicio reciprocante.	*Premisa:* Juicio incompatible.
Premisa: Juicio incompatible.	*Premisa:* Juicio reciprocante.
Conclusión: Juicio incompatible.	*Conclusión:* Juicio incompatible.

EJEMPLOS:

Premisa: Todo triángulo equilátero es equiángulo, y todo triángulo equiángulo es equilátero.
Premisa: Ningún triángulo equiángulo es oblicuángulo.
Conclusión: Ningún triángulo equilátero es oblicuángulo.

Premisa: Ningún número natural es menor que cero.
Premisa: Todo número natural es producto de números primos, y todo producto de números primos es un número natural.
Conclusión: Ningún número menor que cero es un producto de números primos.

6ª FORMA:

Premisa: Juicio reciprocante.
Premisa: Juicio incluyente.
Conclusión: Juicio incluyente.

Premisa: Juicio incluyente.
Premisa: Juicio reciprocante.
Conclusión: Juicio incluyente.

EJEMPLOS:

Premisa: Un número complejo es real si, y únicamente si, tiene representación geométrica.
Premisa: Todo número complejo es real o es imaginario.
Conclusión: Todo número complejo tiene representación geométrica o es imaginario.

Premisa: En todo proceso físico se cumplen las leyes de la relatividad, o bien, se cumplen las leyes de la mecánica cuántica.
Premisa: En todo proceso físico en que se cumplen las leyes de la mecánica cuántica se presenta la dualidad onda-corpúsculo; y en todo proceso físico en el cual se presenta la dualidad onda-corpúsculo se cumplen las leyes de la mecánica cuántica.
Conclusión: En todo proceso físico se cumplen las leyes de la relatividad, o bien, se presenta la dualidad onda-corpúsculo.

7ª FORMA:

Premisa: Juicio reciprocante.
Premisa: Juicio heterofático.
Conclusión: Juicio heterofático.

Premisa: Juicio heterofático.
Premisa: Juicio reciprocante.
Conclusión: Juicio heterofático.

EJEMPLOS:

Premisa: Un número se puede representar por medio de un quebrado en cual el numerador y el denominador son números enteros, ya sean positivos o negativos cuando, y únicamente cuando, es un número racional.

Premisa: Muchos números no son racionales ni tampoco irracionales.

Conclusión: Muchos números no se pueden representar por medio de un quebrado en el cual el numerador y el denominador son números enteros, ya sean positivos o negativos, ni tampoco son irracionales.

Premisa: Algunas líneas no se cruzan ni son paralelas.

Premisa: Dos líneas son paralelas siempre que se mantengan continuamente equidistantes, y sólo entonces.

Conclusión: Algunas líneas no se mantienen siempre equidistantes, pero no se cruzan.

8ª FORMA:

Premisa: Juicio reciprocante.
Premisa: Juicio discordante.
Conclusión: Juicio discordante.

Premisa: Juicio discordante.
Premisa: Juicio reciprocante.
Conclusión: Juicio discordante.

EJEMPLOS:

Premisa: Todo descubrimiento filosófico tiene implicaciones científicas, y todo descubrimiento científico tiene implicaciones filosóficas.

Premisa: Algunos descubrimientos científicos no tienen aplicación técnica inmediata.

Conclusión: Algunos descubrimientos filosóficos no implican aplicaciones técnicas inmediatas.

Premisa: Algunos organismos patógenos no son protozoarios.

Premisa: Un organismo es protozoario cuando, y sólo cuando, es animal unicelular.

Conclusión: Algunos organismos patógenos no son animales unicelulares.

9ª FORMA:

Premisa: Juicio reciprocante.
Premisa: Juicio discordante inverso.
Conclusión: Juicio discordante inverso.

Premisa: Juicio discordante inverso.
Premisa: Juicio reciprocante.
Conclusión: Juicio discordante inverso.

EJEMPLOS:

Premisa: Todo descubrimiento científico tiene implicaciones filosóficas y todo descubrimiento filosófico tiene implicaciones científicas.

Premisa: Muchos desarrollos de la axiomática no constituyen descubrimientos científicos.

Conclusión: Muchos desarrollos de la axiomática no tienen implicaciones filosóficas.

Premisa: Algunas secciones cónicas no son curvas cerradas.

Premisa: Toda ecuación de segundo grado con dos incógnitas representa una sección cónica; y toda sección cónica representa una ecuación de segundo grado con dos incógnitas.

Conclusión: Algunas ecuaciones de segundo grado con dos incógnitas no representan curvas cerradas.

10ª FORMA:

Premisa: Juicio reciprocante.
Premisa: Juicio conjugante.
Conclusión: Juicio conjugante.

Premisa: Juicio conjugante.
Premisa: Juicio reciprocante.
Conclusión: Juicio conjugante.

EJEMPLOS:

Premisa: Toda ecuación de segundo grado con dos incógnitas representa una sección cónica; y toda sección cónica representa una ecuación de segundo grado con dos incógnitas.

Premisa: Algunas secciones cónicas son curvas abiertas.

Conclusión: Algunas curvas abiertas representan ecuaciones de segundo grado con dos incógnitas.

Premisa: Algunos organismos vivos son patógenos.

Premisa: Todo organismo vivo es susceptible de reproducirse; y todo organismo susceptible de reproducirse está vivo.

Conclusión: Algunos organismos susceptibles de reproducirse son patógenos.

11ª FORMA:

Premisa: Juicio excluyente.
Premisa: Juicio excluyente.
Conclusión: Juicio reciprocante.

EJEMPLOS:

Premisa: Los electrones atómicos tienen carga negativa o positiva, pero no las dos a la vez.

Premisa: Los electrones atómicos tienen carga positiva o son exteriores al núcleo, pero nunca están fuera del núcleo cuando tienen carga positiva.

Conclusión: Los electrones atómicos con carga negativa son exteriores al núcleo; y los electrones atómicos exteriores al núcleo tienen carga negativa.

Premisa: Toda curva finita es cerrada o abierta, pero no es ambas cosas.

Premisa: Toda curva finita es abierta, o bien se puede recorrer indefinidamente su perímetro en un mismo sentido, sin que se puedan cumplir ambas cosas simultáneamente.

Conclusión: En toda curva finita cerrada se puede recorrer indefinidamente su perímetro en un mismo sentido; y toda curva finita cuyo perímetro se puede recorrer indefinidamente en un mismo sentido, es una curva cerrada.

12ª FORMA:

Premisa: Juicio excluyente.	*Premisa:* Juicio implicante.
Premisa: Juicio implicante inverso.	*Premisa:* Juicio excluyente.
Conclusión: Juicio incompatible.	*Conclusión:* Juicio incompatible.

EJEMPLOS:

Premisa: Todo número racional es fraccionario o es entero, pero nunca es fraccionario y entero.

Premisa: Todo número primo es racional y entero.

Conclusión: Ningún número racional y fraccionario es número primo.

Premisa: Todo animal cuya reproducción es sexuada, es metazoario.

Premisa: Todo animal es protozoario o es metazoario, pero nunca es protozoario y metazoario.

Conclusión: Ningún animal con reproducción sexuada es protozoario.

13ª FORMA:

Premisa: Juicio excluyente.
Premisa: Juicio implicante.
Conclusión: Juicio incluyente.

Premisa: Juicio implicante inverso.
Premisa: Juicio excluyente.
Conclusión: Juicio incluyente.

EJEMPLOS:

Premisa: Los electrones tienen carga negativa o positiva, pero no tienen las dos cargas a la vez.
Premisa: Todo electrón atómico positivo se encuentra en el interior del núcleo.
Conclusión: Todo electrón atómico es negativo o se encuentra en el interior del núcleo.

Premisa: Toda función algebraica tiene solución.
Premisa: Toda función es algebraica o es trascendente, pero no es algebraica y trascendente.
Conclusión: Toda función es trascendente o tiene solución, o bien, es trascendente y tiene solución.

14ª FORMA:

Premisa: Juicio excluyente.
Premisa: Juicio incompatible.
Conclusión: Juicio implicante inverso.

Premisa: Juicio incompatible.
Premisa: Juicio excluyente.
Conclusión: Juicio implicante.

EJEMPLOS:

Premisa: Toda función es trascendente o es algebraica, pero no es simultáneamente trascendente y algebraica.
Premisa: Ninguna función algebraica carece de solución.
Conclusión: Toda función que carece de solución es una función trascendente.

Premisa: Ninguna función monótona no-creciente, crece.
Premisa: Una función monótona crece o decrece, pero nunca crece y decrece una misma función monótona.
Conclusión: Toda función monótona no-creciente, decrece.

15ª FORMA:

Premisa: Juicio excluyente.
Premisa: Juicio incluyente.
Conclusión: Juicio implicante.

Premisa: Juicio incluyente.
Premisa: Juicio excluyente.
Conclusión: Juicio implicante inverso.

EJEMPLOS:

Premisa: Todo animal es unicelular o es pluricelular, sin que sea ambas cosas a la vez.

Premisa: Todo animal es pluricelular o se reproduce asexuadamente, o bien, es pluricelular y se reproduce asexuadamente.

Conclusión: Todo animal unicelular se reproduce asexuadamente.

Premisa: Dos líneas son convergentes o son asintóticas, o bien, son convergentes y asintóticas.

Premisa: Dos líneas son asintóticas o tienen un punto en común, pero no son asintóticas y tienen a la vez un punto en común.

Conclusión: Dos líneas que tienen un punto en común son convergentes.

16ª FORMA:

Premisa: Juicio excluyente.
Premisa: Juicio heterofático.
Conclusión: Juicio discordante.

Premisa: Juicio heterofático.
Premisa: Juicio excluyente.
Conclusión: Juicio discordante inverso.

EJEMPLOS:

Premisa: Las series infinitas son divergentes o son convergentes, pero nunca son divergentes y convergentes.

Premisa: Algunas series infinitas no son convergentes, ni tampoco tienen términos continuamente crecientes.

Conclusión: Algunas series infinitas divergentes no tienen términos continuamente crecientes.

Premisa: Algunos números naturales no son primos ni pares.

Premisa: Todo número natural es par o es impar, pero no es ambas cosas simultáneamente.

Conclusión: Algunos números naturales impares no son primos.

17ª FORMA:

Premisa: Juicio excluyente.
Premisa: Juicio discordante.
Conclusión: Juicio heterofático.

Premisa: Juicio discordante inverso.
Premisa: Juicio excluyente.
Conclusión: Juicio heterofático.

EJEMPLOS:

Premisa: Las sustancias químicas son compuestas, o son elementales, pero no son las dos cosas al mismo tiempo.
Premisa: Algunas sustancias químicas elementales no son metálicas.
Conclusión: Algunas sustancias químicas no son compuestas ni tampoco son metálicas.

Premisa: Algunos números racionales enteros no son positivos.
Premisa: Todo número racional es entero o es fraccionario, pero nunca es entero y fraccionario.
Conclusión: Algunos números racionales no son fraccionarios, ni tampoco son positivos.

18ª FORMA:

Premisa: Juicio excluyente.
Premisa: Juicio discordante inverso.
Conclusión: Juicio conjugante.

Premisa: Juicio discordante.
Premisa: Juicio excluyente.
Conclusión: Juicio conjugante.

EJEMPLOS:

Premisa: Todo número racional es fraccionario o es entero, pero nunca es fraccionario y entero.
Premisa: Algunos números racionales negativos no son enteros.
Conclusión: Algunos números racionales negativos son fraccionarios.

Premisa: Algunas funciones que tienen solución no son algebraicas.
Premisa: Toda función es algebraica o es trascendente, pero no es algebraica y trascendente.
Conclusión: Algunas funciones que tienen solución son trascendentes.

19ª FORMA:

Premisa: Juicio excluyente.
Premisa: Juicio conjugante.
Conclusión: Juicio discordante inverso.

Premisa: Juicio conjugante.
Premisa: Juicio excluyente.
Conclusión: Juicio discordante.

EJEMPLOS:

Premisa: Toda curva es cerrada o abierta, pero no es ambas cosas a la vez.

Premisa: Algunas curvas abiertas son planas.

Conclusión: Algunas curvas planas no son cerradas.

Premisa: Algunas líneas convergentes son asintóticas.

Premisa: Dos líneas son asintóticas o tienen un punto en común, pero no son asintóticas teniendo un punto en común.

Conclusión: Algunas líneas convergentes no tienen un punto en común.

20ª FORMA:

Premisa: Juicio implicante.	*Premisa:* Juicio implicante inverso.
Premisa: Juicio implicante.	*Premisa:* Juicio implicante inverso.
Conclusión: Juicio implicante.	*Conclusión:* Juicio implicante inverso.

Como se puede advertir, en el primer caso de esta forma se encuentra incluido el primer modo de la primera figura, llamado mnemotécnicamente *Barbara* en la silogística tradicional. A su vez, el segundo caso incluye el primer modo de la cuarta figura, llamado *Bamalip* en la silogística tradicional. Al propio tiempo, queda en claro que la conclusión de este último modo es un juicio implicante, o sea, universal afirmativo, y no un juicio conjugante, esto es, particular afirmativo; lo cual no pudo ser descubierto por la lógica tradicional, debido al dogmatismo que mantiene en la distinción absoluta entre sujeto y predicado y entre término extremo mayor y término extremo menor.

EJEMPLOS:

Premisa: Todo acontecimiento social está condicionado por el desarrollo económico.

Premisa: Todo avance científico es un acontecimiento social.

Conclusión: Todo avance científico está condicionado por el desarrollo económico. (Modo *Barbara.)*

Premisa: Toda propiedad topológica es propiedad proyectiva.

Premisa: Toda propiedad proyectiva es propiedad métrica.

Conclusión tradicional: Algunas propiedades métricas también son propiedades topológicas. (Modo *Bamalip.)*
Conclusión más general: Toda propiedad topológica es propiedad métrica.

21ª FORMA:
Premisa: Juicio implicante inverso.
Premisa: Juicio implicante.
Conclusión: Juicio conjugante.

Como se puede advertir, a esta forma corresponde el primer modo de la tercera figura, *Darapti* en la silogística tradicional.

EJEMPLOS:
Premisa: Todos los peces respiran por branquias.
Premisa: Todos los peces son vertebrados.
Conclusión: Algunos vertebrados respiran por branquias. (Modo *Darapti.)*

Premisa: Todo acontecimiento social recibe la influencia del desarrollo de las ideas.
Premisa: Todo acontecimiento social está condicionado por el desenvolvimiento económico.
Conclusión: Algunos desarrollos de las ideas influyen sobre el desenvolvimiento económico.

22ª FORMA:

Premisa: Juicio implicante inverso.	*Premisa:* Juicio incompatible.
Premisa: Juicio incompatible.	*Premisa:* Juicio implicante.
Conclusión: Juicio discordante.	*Conclusión:* Juicio discordante inverso.

Según se advierte, la segunda ordenación de las premisas de esta forma corresponde al cuarto modo de la cuarta figura, *Fesapo,* en la silogística tradicional. A la vez, si invertimos la primera premisa —juicio incompatible— no se altera la conclusión, de acuerdo con la regla 6 y, entonces, se observa cómo esta forma coincide también con el cuarto modo de la tercera figura, *Felapton,* en la lógica tradicional.

EJEMPLOS:

Premisa: Todo cetáceo es animal acuático.
Premisa: Ningún cetáceo es pez.
Conclusión: Algunos animales acuáticos no son peces.

Premisa: Ningún compuesto binario es fosfato.
Premisa: Todo fosfato es compuesto oxigenado.
Conclusión: Algunos compuestos oxigenados no son binarios. (Modo *Fesapo.)*

Premisa: Ningún reflejo permanente es reflejo condicionado.
Premisa: Todo reflejo permanente es un instinto.
Conclusión: Algunos instintos no son reflejos condicionados. (Modo *Felapton.)*

23ª FORMA:

Premisa: Juicio implicante inverso.
Premisa: Juicio incluyente.
Conclusión: Juicio incluyente.

Premisa: Juicio incluyente.
Premisa: Juicio implicante.
Conclusión: Juicio incluyente.

EJEMPLOS:

Premisa: Todo vertebrado con branquias es acuático.
Premisa: Todo vertebrado tiene branquias o pulmones, o bien, branquias y pulmones.
Conclusión: Todo vertebrado es acuático o tiene pulmones, o bien, es acuático y tiene pulmones.

Premisa: La reproducción de las especies animales es asexuada o es sexuada, o bien, es asexuada y sexuada a la vez.
Premisa: Toda especie animal cuya reproducción es sexuada, pertenece a los metazoarios.
Conclusión: Toda especie animal se reproduce asexuadamente o pertenece a los metazoarios, o bien, pertenece a los metazoarios y se reproduce asexuadamente.

24ª FORMA:

Premisa: Juicio implicante inverso.
Premisa: Juicio discordante.
Conclusión: Juicio discordante.

Premisa: Juicio discordante inverso.
Premisa: Juicio implicante.
Conclusión: Juicio discordante inverso.

Como se puede advertir, esta forma corresponde al quinto modo de la tercera figura, *Bocardo,* en la lógica tradicional.

EJEMPLOS:

Premisa: Todo insecto es animal articulado.
Premisa: Algunos insectos no tienen alas.
Conclusión: Algunos animales articulados no tienen alas.

Premisa: Algunas funciones lógicas no son analíticas.
Premisa: Toda función lógica es racional.
Conclusión: Algunas funciones racionales no son analíticas. (Modo *Bocardo.)*

25ª FORMA:

Premisa: Juicio implicante inverso.
Premisa: Juicio conjugante.
Conclusión: Juicio conjugante.

Premisa: Juicio conjugante.
Premisa: Juicio implicante.
Conclusión: Juicio conjugante.

En la primera ordenación de las premisas, esta forma corresponde al tercer modo de la tercera figura, *Datisi,* en la silogística tradicional. En esta misma ordenación, la inversión de la segunda premisa produce el tercer modo de la primera figura, *Darii.* En la segunda ordenación de las premisas, esta forma corresponde también al tercer modo de la cuarta figura, *Dimatis.* Y, conservando esta misma ordenación, la inversión de la primera premisa produce el segundo modo de la tercera figura, *Disamis.*

EJEMPLOS:

Premisa: Todo movimiento mecánico se convierte en calor.
Premisa: Algunos movimientos mecánicos se convierten en reacciones químicas.
Conclusión: Algunas reacciones químicas se convierten en calor. (Modo *Datisi.)*

Premisa: Toda invariante topológica es invariante proyectiva.
Premisa: Algunas invariantes métricas son invariantes topológicas.
Conclusión: Algunas invariantes métricas son invariantes proyectivas. (Modo *Darii.)*

Premisa: Algunos números trascendentes son reales.
Premisa: Todo número real tiene representación geométrica.
Conclusión: Algunos números que tienen representación geométrica son trascendentes. (Modo *Dimatis.)*

Premisa: Algunas manifestaciones humanas son psíquicas.
Premisa: Toda manifestación humana se funda en la fisiología.
Conclusión: Algunas manifestaciones humanas fundadas en la fisiología son psíquicas. (Modo *Disamis.)*

26ª FORMA:
Premisa: Juicio implicante.
Premisa: Juicio implicante inverso.
Conclusión: Juicio heterofático.

EJEMPLOS:
Premisa: Todos los mamíferos son vertebrados.
Premisa: Todos los reptiles son vertebrados.
Conclusión: Algunos vertebrados no son mamíferos ni tampoco son reptiles.

Premisa: Todo círculo es una sección cónica.
Premisa: Toda hipérbola es una sección cónica.
Conclusión: Algunas secciones cónicas no son hipérbolas ni círculos.

27ª FORMA:

Premisa: Juicio implicante.	*Premisa:* Juicio incompatible.
Premisa: Juicio incompatible.	*Premisa:* Juicio implicante inverso.
Conclusión: Juicio incompatible.	*Conclusión:* Juicio incompatible.

En su primera ordenación, esta forma corresponde al segundo modo de la cuarta figura, *Camenes,* en la lógica tradicional. Invirtiendo la segunda premisa, esta misma ordenación corresponde al segundo modo de la segunda figura, *Camestres.* En la segunda ordenación, esta forma corresponde igualmente al primer modo de la segunda figura, *Cesare.* Y, asimismo, invirtiendo la primera premisa en esta segunda ordenación, corresponde al segundo modo de la primera figura, *Celarent.*

EJEMPLOS:

Premisa: Toda práctica médica se basa en la biología.
Premisa: Ninguna aplicación de la biología es práctica mágica.
Conclusión: Ninguna práctica mágica sirve de base a una práctica médica. (Modo *Camenes.)*

Premisa: Toda metafísica es teológica.
Premisa: Ninguna ciencia es teológica.
Conclusión: Ninguna ciencia es metafísica. (Modo *Camestres.)*

Premisa: Ningún número fraccionario es entero.
Premisa: Todo número primo es entero.
Conclusión: Ningún número primo es fraccionario. (Modo *Cesare.)*

Premisa: Ningún protozoario vive a más de 100°C.
Premisa: Las amibas son protozoarios.
Conclusión: Ninguna amiba vive a más de 100°C. (Modo *Celarent.)*

28ª FORMA:

Premisa: Juicio implicante.	*Premisa:* Juicio incluyente.
Premisa: Juicio incluyente.	*Premisa:* Juicio implicante inverso.
Conclusión: Juicio discordante inverso.	*Conclusión:* Juicio discordante.

EJEMPLOS:

Premisa: Todo vertebrado terrestre tiene pulmones.
Premisa: Los vertebrados tienen pulmones o branquias, o bien, pulmones y branquias.
Conclusión: Algunos vertebrados con branquias no on terrestres.

Premisa: Los números enteros son negativos o positivos, o bien, negativos y positivos a la vez.
Premisa: Todo número primo es entero y positivo.
Conclusión: Algunos números enteros y negativos no son primos.

29ª FORMA:

Premisa: Juicio implicante.	*Premisa:* Juicio heterofático.
Premisa: Juicio heterofático.	*Premisa:* Juicio implicante inverso.

Conclusión: Juicio heterofático. *Conclusión:* Juicio heterofático.

EJEMPLOS:

Premisa: Toda ecuación algebraica tiene solución.
Premisa: Algunas ecuaciones no son periódicas ni tienen solución.
Conclusión: Algunas ecuaciones no son periódicas ni tampoco son algebraicas.

Premisa: Algunos vertebrados no son animales terrestres ni tienen respiración branquial.
Premisa: Todo pez es vertebrado con respiración branquial.
Conclusión: Algunos vertebrados no son animales terrestres, pero tampoco son peces.

30ª FORMA:

Premisa: Juicio implicante. *Premisa:* Juicio discordante.
Premisa: Juicio discordante inverso. *Premisa:* Juicio implicante inverso.
Conclusión: Juicio discordante inverso. *Conclusión:* Juicio discordante.

En su primera ordenación, esta forma corresponde al cuarto modo de la segunda figura, *Baroco,* en la lógica tradicional.

EJEMPLOS:

Premisa: Todo vertebrado tiene cerebro.
Premisa: Algunos animales acuáticos no tienen cerebro.
Conclusión: Algunos animales acuáticos no son vertebrados. (Modo *Baroco.)*

Premisa: Algunos gobernantes no respetan la libertad.
Premisa: Todo demócrata respeta la libertad.
Conclusión: Algunos gobernantes no son demócratas.

31ª FORMA:

Premisa: Juicio incompatible.
Premisa: Juicio incompatible.
Conclusión: Juicio heterofático.

EJEMPLOS:

Premisa: Ningún conocimiento científico es apriorístico.
Premisa: Ningún conocimiento científico es irracional.
Conclusión: Algunos conocimientos no son irracionales ni apriorísticos.

Premisa: Si una función es periódica, entonces no es función algebraica.
Premisa: Si una función es insoluble, entonces no es función algebraica.
Conclusión: Algunas funciones no son periódicas ni tampoco son insolubles.

32ª FORMA:

Premisa: Juicio incompatible.
Premisa: Juicio incluyente.
Conclusión: Juicio implicante.

Premisa: Juicio incluyente.
Premisa: Juicio incompatible.
Conclusión: Juicio implicante inverso.

EJEMPLOS:

Premisa: Ningún número positivo es el cuadrado de un número complejo imaginario.
Premisa: Todo número complejo es imaginario, o es real, o bien, es imaginario y real a la vez.
Conclusión: Todo número positivo es el cuadrado de un número complejo real.

Premisa: Los vertebrados tienen pulmones o branquias, o bien, pulmones y branquias.
Premisa: Ningún vertebrado con branquias es terrestre.
Conclusión: Todo vertebrado terrestre tiene pulmones.

33ª FORMA:

Premisa: Juicio incompatible.
Premisa: Juicio discordante.
Conclusión: Juicio heterofático.

Premisa: Juicio discordante inverso.
Premisa: Juicio incompatible.
Conclusión: Juicio heterofático.

EJEMPLOS:

Premisa: Ningún país colonial es industrializado.
Premisa: Algunos países industrializados no son capitalistas.

Conclusión: Algunos países no son coloniales ni capitalistas.

Premisa: Algunos electrones no son negativos.
Premisa: Ningún electrón es partícula neutra.
Conclusión: Existen partículas que no son negativas ni tampoco son neutras.

34ª FORMA:

Premisa: Juicio incompatible.
Premisa: Juicio conjugante.
Conclusión: Juicio discordante inverso.

Premisa: Juicio conjugante.
Premisa: Juicio incompatible.
Conclusión: Juicio discordante.

En la primera ordenación de las premisas, esta forma corresponde al quinto modo de la cuarta figura, *Fresison,* en la silogística tradicional. Conservando esa misma ordenación e invirtiendo la primera premisa, corresponde al sexto modo de la tercera figura, *Feriso.* En la misma ordenación, la inversión de la segunda premisa hace que esta forma corresponda al tercer modo de la segunda figura, *Festino.* Y, finalmente, con la misma ordenación, la inversión de ambas premisas nos permite advertir que corresponde también al cuarto modo de la primera figura, *Ferio.*

EJEMPLOS:

Premisa: Ningún país industrializado es colonial.
Premisa: Algunos países coloniales son semifeudales.
Conclusión: Algunos países semifeudales no están industrializados. (Modo *Fresison.)*

Premisa: Ninguna partícula neutra es electrón.
Premisa: Algunas partículas neutras son nucleares.
Conclusión: Algunas partículas nucleares no son electrones. (Modo *Feriso.)*

Premisa: Ningún cloruro es compuesto oxigenado.
Premisa: Algunos compuestos de cloro contienen oxígeno
Conclusión: Algunos compuestos de cloro no son cloruros. (Modo *Festino.)*

Premisa: Ningún animal con pulmones es pez.
Premisa: Algunos animales acuáticos tienen pulmones.
Conclusión: Algunos animales acuáticos no son peces. (Modo *Ferio.)*

Premisa: Algunos reflejos concatenados son reflejos condicionados.
Premisa: Ningún reflejo condicionado es permanente.
Conclusión: Algunos reflejos concatenados no son permanentes.

35ª FORMA:
Premisa: Juicio incluyente.
Premisa: Juicio incluyente.
Conclusión: Juicio conjugante.

EJEMPLOS:
Premisa: Los vertebrados son acuáticos o tienen pulmones, o bien, son acuáticos con pulmones.
Premisa: Los vertebrados tienen pulmones o branquias, o bien, pulmones y branquias.
Conclusión: Algunos vertebrados acuáticos tienen branquias.

Premisa: Todo organismo vivo tiene movimiento de translación o es vegetal, o bien, tiene movimiento de translación y es vegetal.
Premisa: Todo organismo vivo es vegetal o es heterótrofo, o bien, es vegetal y heterótrofo.
Conclusión: Algunos organismos vivos que tienen movimiento de translación son heterótrofos.

36ª FORMA:
Premisa: Juicio incluyente.
Premisa: Juicio heterofático.
Conclusión: Juicio discordante.

Premisa: Juicio heterofático.
Premisa: Juicio incluyente.
Conclusión: Juicio discordante inverso.

EJEMPLOS:
Premisa: Las ecuaciones pueden ser trascendentes sin tener solución, o no ser trascendentes y tener solución, o bien, ser trascendentes y tener solución.
Premisa: Algunas ecuaciones no tienen solución ni son periódicas.
Conclusión: Algunas ecuaciones trascendentes no son periódicas.

Premisa: En algunos procesos físicos no se cumplen las leyes de la mecánica clásica, ni tampoco las leyes de la relatividad.

Premisa: En todo proceso físico se cumplen las leyes de la relatividad, o se cumplen las leyes de la mecánica cuántica, o bien, se cumplen ambos grupos de leyes simultáneamente.

Conclusión: En algunos procesos físicos en los cuales se cumplen las leyes de la mecánica cuántica, no se cumplen las leyes de la mecánica clásica.

37ª FORMA:

Premisa: Juicio incluyente.	*Premisa:* Juicio discordante.
Premisa: Juicio discordante inverso.	*Premisa:* Juicio incluyente.
Conclusión: Juicio conjugante.	*Conclusión:* Juicio conjugante.

EJEMPLOS:

Premisa: Los números racionales son positivos o negativos, o positivos y negativos simultáneamente.

Premisa: Algunos números racionales enteros no son números negativos.

Conclusión: Algunos números racionales enteros son números positivos.

Premisa: Algunas especies de animales metazoarios no tienen reproducción sexuada.

Premisa: La reproducción de las especies animales es asexuada o sexuada, o bien, asexuada y sexuada a la vez.

Conclusión: Algunas especies de animales metazoarios tienen reproducción asexuada.

§ 44. INFERENCIAS HIPOTÉTICAS

Las inferencias hipotéticas se efectúan partiendo de dos premisas, de las cuales se obtiene como resultado una conclusión. Entre las dos premisas y la conclusión quedan comprendidos únicamente dos términos, o sea, que no existe un término medio en las premisas. En este tipo de inferencias, una de las premisas es un juicio universal y la otra es un juicio singular, mientras que la conclusión es un juicio singular. En rigor, la inferencia hipotética consiste en

determinar lo que le ocurre a un trilema —juicio universal indefinido— o a un dilema —juicio universal definido— cuando se cumple una de las alternativas que contienen. En consecuencia, la conclusión obtenida a través de una inferencia hipotética es un juicio cuyo cumplimiento es inherente a las condiciones establecidas por las premisas. Cuando el juicio universal utilizado como premisa está expresado como proposición disyuntiva, la inferencia hipotética se llama *disyuntiva.* En cambio, si dicho juicio está expresado como proposición condicional, entonces la inferencia hipotética se denomina *condicional.*

Los modos de la inferencia hipotética se caracterizan por la forma de su premisa singular y de su conclusión. Cuando la premisa singular es un juicio profático y la conclusión también es un juicio profático, la inferencia es en el *modus ponendo ponens,* o sea, afirmativo por afirmación. Si la premisa singular es un juicio de prófasis y la conclusión es un juicio de antífasis, la inferencia es del *modus ponendo tollens,* es decir, negativo por afirmación. Cuando la premisa singular es un juicio antifático y la conclusión es un juicio profático, la inferencia es del *modus tollendo ponens,* esto es, afirmativo por negación. En fin, si la premisa singular es un juicio de antífasis y la conclusión es igualmente un juicio de antífasis, se tiene una inferencia del *modus tollendo tollens,* o sea, negativo por negación.

La inferencia afirmativa por afirmación *(modus ponendo ponens)* adopta cuatro formas, que son las siguientes:

La primera forma afirmativa por afirmación tiene como premisas un juicio de reciprocidad y un juicio profático, de los cuales se obtiene como conclusión un juicio profático inverso.

La segunda forma está constituida por un juicio reciprocante y un juicio profático inverso como premisas, de los cuales se infiere como conclusión un juicio profático.

La tercera forma tiene como premisas un juicio de implicación y un juicio profático, de los cuales se infiere como conclusión un juicio profático inverso.

En la cuarta forma afirmativa por afirmación, las premisas son un juicio de implicación inversa y un juicio profático inverso, de los cuales resulta como conclusión un juicio profático.

Como ejemplo de inferencia disyuntiva de la primera forma tenemos:

Premisa: Todo animal es pluricelular y metazoario, o bien, no es pluricelular ni es metazoario.
Premisa: La *Euspongia officinalis* es un animal pluricelular.
Conclusión: La *Euspogia officinalis* es un metazoario.

Este mismo ejemplo se puede expresar como inferencia condicional, de la siguiente manera:

Premisa: Si un animal es pluricelular, entonces es metazoario; y, si un animal no es pluricelular, entonces no es metazoario.
Premisa: La *Euspongia officinalis* es un animal pluricelular.
Conclusión: La *Euspongia officinalis* es un metazoario.

La inferencia hipotética afirmativa por negación *(modus tollendo ponens)* adopta cuatro formas distintas:

La primera forma afirmativa por negación está constituida por un juicio de exclusión y un juicio antifático como premisas, de las cuales resulta como conclusión un juicio profático inverso.

La segunda forma tiene como premisas un juicio excluyente y un juicio antifático inverso, de los cuales se concluye un juicio profático.

La tercera forma consta de un juicio de inclusión y un juicio antifático como premisas, de los cuales se obtiene un juicio profático inverso como conclusión.

La cuarta forma afirmativa por negación se establece con un juicio incluyente y un juicio antifático inverso como premisas, de los cuales resulta como conclusión un juicio profático.

Un ejemplo de inferencia disyuntiva en la segunda forma afirmativa por negación es el que sigue:

Premisa: Las sustancias químicas son elementales o son compuestas, pero no las dos cosas a un tiempo.
Premisa: El samario no es un sustancia compuesta.
Conclusión: El samario es una sustancia elemental.

Este mismo ejemplo se puede expresar como inferencia condicional, del siguiente modo:

Premisa: Si una sustancia química es elemental, entonces no es compuesta; y, si una sustancia química no es compuesta, entonces es elemental.

Premisa: El samario no es una sustancia compuesta.
Conclusión: El samario es una sustancia elemental.

La inferencia hipotética negativa por afirmación *(modus ponendo tollens)* tiene cuatro formas diferentes:

La primera forma negativa por afirmación consta de un juicio excluyente y un juicio profático como premisas, de los cuales se obtiene como conclusión un juicio antifático inverso.

La segunda forma está constituida por un juicio excluyente y un juicio profático inverso como premisas, de los cuales se obtiene como conclusión un juicio antifático.

La tercera forma tiene como premisas un juicio de incompatibilidad y un juicio profático, los cuales producen como conclusión un juicio antifático inverso.

La cuarta forma negativa por afirmación está integrada por un juicio de incompatibilidad y un juicio profático inverso como premisas, de los cuales resulta como conclusión un juicio antifático.

Como ejemplo de inferencia disyuntiva en la tercera forma negativa por afirmación tenemos el siguiente:

Premisa: Los animales son peces, o tienen respiración pulmonar, o bien, no son peces ni tiene respiración pulmonar.
Premisa: La *Perca flavescens* es un pez.
Conclusión: La *Perca flavescens* no tiene respiración pulmonar.

Este mismo ejemplo se puede expresar como inferencia condicional, de la manera que sigue:

Premisa: Si un animal es pez, entonces no tiene respiración pulmonar; y, si un animal tiene respiración pulmonar, entonces no es pez.
Premisa: La *Perca flavescens* es un pez.
Conclusión: La *Perca flavescens* no tiene respiración pulmonar.

Finalmente, la inferencia hipotética negativa por negación *(modus tollendo tollens)* adopta cuatro formas diversas:

La primera forma negativa por negación tiene como premisas un juicio reciprocante y un juicio antifático, de los cuales se deduce como conclusión un juicio antifático inverso.

La segunda forma negativa consta de un juicio de reciprocidad y un juicio antifático inverso como premisas, de los cuales se infiere como conclusión un juicio antifático.

La tercera forma tiene como premisas un juicio de implicación y un juicio antifático inverso, de los cuales se deduce como conclusión un juicio antifático.

Y la cuarta forma negativa por negación tiene como premisas un juicio de implicación inversa y un juicio antifático, que producen como conclusión un juicio antifático inverso.

Un ejemplo de inferencia disyuntiva de la cuarta forma negativa por negación es el siguiente:

Premisa: Toda invariante es homotésica y métrica, o es métrica, o no es ninguna de las dos.
Premisa: El vértice superior de un triángulo no es invariante métrica.
Conclusión: El vértice superior de un triángulo no es invariante homotésica.

Este mismo ejemplo se puede expresar como inferencia condicional, de la siguiente manera:

Premisa: Si una invariante es homotésica, entonces es invariante métrica; y, si una invariante no es métrica, entonces no es homotésica.
Premisa: El vértice superior de un triángulo no es invariante métrica.
Conclusión: El vértice superior de un triángulo no es invariante homotésica.

Apéndice IX

Cálculo lógico de las inferencias

Las inferencias deductivas pueden ser establecidas mediante la ejecución de operaciones dentro de un cálculo lógico. En lo que sigue, presentamos una nueva función del cálculo lógico, a la que hemos denominado *función inferencia,* que permite obtener la conclusión de todas las inferencias deductivas de la lógica elemental moderna, por medio de una sola y la misma operación.[7] Esta nueva función

[7] Esta función fue presentada originalmente en el artículo del autor, "Una función universal para el cálculo de inferencias", *Diánoia,* Año XIII, Núm. 13, 1967, págs. 221-247.

sustituye con ventaja a los principios, reglas, teoremas y corolarios relativamente numerosos que es necesario aplicar en el cálculo proposicional ordinario para obtener dichas conclusiones.[8] La función *inferencia,* además de reducir las operaciones a una sola, se caracteriza por su simplicidad, su iconicidad[9] y la facilidad de su manejo.

Para ejecutar el cálculo construimos un sistema inferencial, como parte del cálculo proposicional, el cual nos permitirá establecer después una interpretación específica para las inferencias deductivas.

El lenguaje del sistema inferencial está constituido por los seis símbolos primitivos impropios:

(	paréntesis inicial
)	paréntesis terminal
–	tilde
*	asterisco
* *	doble asterisco
* * *	triple asterisco

y la lista infinita de variables:

$$a\ A\ b\ B\ c\ C \ldots \quad x\ X\ y\ Y\ z\ Z \ldots$$

Las letras minúsculas representan variables cuantificadas existencialmente; y las mayúsculas representan variables cuantificadas universalmente. Entre dichas variables existe una relación biunívoca tal que, por ejemplo, a la variable existencial *c* (existe un *c)* le corres-

[8] Solamente con respecto al silogismo tradicional, para demostrar la validez de los 19 modos se requieren 9 reglas generales y las operaciones de conversión, obversión y contraposición de las proposiciones y de transposición de las premisas (véase, como ejemplo de su tratamiento moderno, Otto Bird, *Syllogistic and Its Extensions,* Englewood Cliffs, Nueva Jersey, Prentice-Hall, 1964). Y, en relación con la lógica simbólica, pueden verse los 30 principios, teoremas y corolarios que establecen C. I. Lewis y C. H. Langdorf (también como ejemplo, en su *Symbolic Logic,* Nueva York, Dover, 1959, págs. 101, 125, 132-133, 146, 156-157 y 164-165), sin completar el número de operaciones diferentes necesarias para la ejecución de todas las inferencias deductivas.

[9] La iconicidad es la semejanza entre el signo y lo que significa (C. S. Peirce, *Collected Papers,* ed. por C. Hartshorne y P. Weiss, Cambridge, Mass., 1931-1958, vol. 4, pág. 516).

ponde la variable universal C (todo c); y, recíprocamente a C le corresponde c.

Las reglas de formación del sistema son las ocho siguientes:

I. Cada variable cuantificada existencialmente colocada entre paréntesis es una fórmula bien formada del sistema, o sea, una expresión inferencial.

II. El paréntesis inicial seguido del paréntesis terminal, sin encerrar variable alguna, es también una fórmula bien formada. La fórmula ( ) se interpreta como la fórmula vacía.

III. Si (r) es una fórmula, entonces $(\bar{r})$ es también una fórmula bien formada. La fórmula $(\bar{r})$ se interpreta como la negación de (r).

IV. La tilde colocada entre paréntesis (es decir, la fórmula vacía negada) es también una fórmula bien formada. La fórmula (–) se interpreta como el universo del discurso.

V. Si (r) y (s) son fórmulas, entonces (rs) es también una fórmula bien formada. La fórmula (rs) se interpreta como la conjunción de (r) y (s).

VI. Si (r) y (s) son fórmulas, entonces $(r) * (s)$ es también una fórmula bien formada. La fórmula $(r) * (s)$ se interpreta como la implicación de (r) y (s).

VII. Si (r) y (s) son fórmulas, entonces $(r) \overset{*}{*} (s)$ es también una fórmula bien formada. La fórmula $(r) \overset{*}{*} (s)$ se interpreta como la equivalencia de (r) y (s).

VIII. Si (r) y (s) son fórmulas, entonces $(r)_{*}^{*}{}_{*}(s)$ es también una fórmula bien formada. La fórmula $(r)_{*}^{*}{}_{*}(s)$ se interpreta como la inferencia de (r) y (s).[10]

Las propiedades de la conjunción son las que siguen:

$(x)(y) = (xy)$	(Introducción de la conjunción)
$(x)(x) = (x)$	(Idempotencia)
$(x)((y)(z)) = ((x)(y))(z) = (xyz)$	(Asociatividad)
$(x)(y) = (y)(x) = (xy) = (yx)$	(Conmutación)

[10] Ésta es la nueva función *inferencia* que aquí se introduce.

$(x)((y) * (z)) \neq (xy) * (xz)$ (No-distributividad de la conjunción sobre la implicación)

$(x)(\ ) = (\ )$ (Identidad)

$(x)(-) = (x)$ (Identidad)

$(\ )(-) = (\ )$ (Identidad)

$(x)(\bar{x}) = (\ )$ (Complemento)

Las propiedades de la implicación son las siguientes:

$(x) * (y) = (Xy\ \bar{x}\bar{Y})$ (Introducción de la implicación)

$(x) * (\bar{x}) = (\bar{x})$ (Idempotencia)

$(\ ) * (-) = (-)$ (Idempotencia)

$(-) * (\ ) = (\ )$ (Idempotencia)

$(x) * ((y) * (z)) \neq ((x) * (y)) * (z)$ (No-asociatividad)

$(x) * (y) \neq (y) * (x)$ (No-conmutación)

$(x) * (yz) = ((x) * (y))((x) * (z))$ (Distributividad de la implicación sobre la conjunción)

$(x) * (y) = (\bar{y}) * (\bar{x})$ (Transposición)

$(x) * (\ ) = (\bar{x})$ (Identidad)

$(\ ) * (x) = (-)$ (Identidad)

$(x) * (-) = (-)$ (Identidad)

$(-) * (x) = (x)$ (Identidad)

$(x) * (x) = (-)$ (Complemento)

Las propiedades de la equivalencia son las que siguen:

$(x) \overset{*}{*} (y) = (XY\ \bar{X}\bar{Y})$ (Introducción de la equivalencia)

$(x) \overset{*}{*} (x) = (-)$ (Idempotencia)

$(x) \overset{*}{*} ((y) \overset{*}{*} (z)) = ((x) \overset{*}{*} (y)) \overset{*}{*} (z)$ (Asociatividad)

$(x) \underset{*}{\overset{*}{}} (y) = (y) \underset{*}{\overset{*}{}} (x)$ (Conmutación)

$(x) \underset{*}{\overset{*}{}} (y) = (\bar{y}) \underset{*}{\overset{*}{}} (\bar{x})$ (Transposición)

$(x) \underset{*}{\overset{*}{}} (\ ) = (\bar{x})$ (Identidad)

$(x) \underset{*}{\overset{*}{}} (-) = (x)$ (Identidad)

$(\ ) \underset{*}{\overset{*}{}} (-) = (\ )$ (Identidad)

$(x) \underset{*}{\overset{*}{}} (\bar{x}) = (\ )$ (Complemento)

$(\ ) \underset{*}{\overset{*}{}} (\ ) = (-)$ (Complemento)

Las propiedades de la negación son las siguientes:

$\overline{(x)} = (\bar{x})$ (Introducción de la negación)

$\overline{(xy)} = (x) * (\bar{y})$ (Distributividad de la negación sobre la conjunción, convirtiéndola en implicación) [11]

$\overline{(x) * (y)} = (x\bar{y})$ (Distributividad de la negación sobre la implicación, convirtiéndola en conjunción) [12]

$\overline{(x) \underset{*}{\overset{*}{}} (y)} = (x) \underset{*}{\overset{*}{}} (\bar{y})$ (Distributividad de la negación sobre la equivalencia)

$\overline{(\bar{x})} = (x)$ (Doble negación)

$\overline{(-)} = (\ )$ (Involución)

$\overline{(\ )} = (-)$ (Involución)

La operación que ejecuta la función *inferencia* tiene cierta semejanza con el producto cartesiano, en tanto que pone en relación a todos y cada uno de los elementos de una fórmula, con todos y cada uno de los elementos de la otra fórmula. Sin embargo, la

11 Es la primera ley de Morgan.
12 Segunda ley de Morgan.

función *inferencia* anula a todos aquellos productos en los cuales no existe una variable común entre dos elementos relacionados. Ahora bien, cuando sí existe una variable común entre dos elementos, entonces la función *inferencia* reúne a las otras variables de esos dos elementos, eliminando al mismo tiempo a la variable común y formando, de esa manera, un elemento de la fórmula resultante.

Las reglas de operación de la función *inferencia* son las que siguen:

1. La inferencia es conmutativa, de tal manera que el cambio en el orden de las fórmulas no altera el resultado.
2. Cuando no existe una variable común entre dos elementos, el resultado es nulo.
3. Cuando existe una variable común entre dos elementos, siempre que sea afirmativa o negativa en los dos, entonces el resultado puede no ser nulo, conforme a las reglas siguientes.
4. Cuando la variable común es universal en los dos elementos (es decir, que se tiene la misma letra mayúscula en los dos), entonces se conservan las otras variables en el resultado tal como figuran en los elementos (o sea, como mayúsculas o como minúsculas, según sea el caso).
5. Cuando la variable común es universal (mayúscula) en un elemento y particular (minúscula) en el otro, entonces las otras variables del elemento en que figura la común como particular (minúscula) se conservan como están; pero, en cambio, las otras variables del elemento en que figura la común como universal (mayúscula) se reducen a particulares (minúsculas) y, si ya lo son, se mantienen así.
6. Cuando la variable común es particular (minúscula) en los dos elementos, entonces el resultado es nulo.
7. Cuando existe una variable común entre dos elementos, pero en uno es afirmativa y en el otro es negativa, o viceversa, entonces el resultado es nulo.

De acuerdo con las reglas anteriores, las propiedades de la función *inferencia* quedan expresadas en detalle a continuación:

$$(PY)\,{}^{*}_{*}\,(QY) = (QY)\,{}^{*}_{*}\,(PY)$$

$$(PY)\,{}^{*}_{*}\,(QX) = (\ )$$

$$(PY)_{*}^{*}{}_{*}(QY) = (PQ)$$
$$(pY)_{*}^{*}{}_{*}(QY) = (pQ)$$
$$(pY)_{*}^{*}{}_{*}(qY) = (pq)$$
$$(PY)_{*}^{*}{}_{*}(Y) = (P)$$
$$(pY)_{*}^{*}{}_{*}(Y) = (p)$$
$$(Y)_{*}^{*}{}_{*}(Y) = (\ )$$
$$(PY)_{*}^{*}{}_{*}(Qy) = (pQ)$$
$$(pY)_{*}^{*}{}_{*}(Qy) = (pQ)$$
$$(PY)_{*}^{*}{}_{*}(qy) = (pq)$$
$$(pY)_{*}^{*}{}_{*}(qy) = (pq)$$
$$(Py)_{*}^{*}{}_{*}(Y) = (P)$$
$$(PY)_{*}^{*}{}_{*}(y) = (p)$$
$$(pY)_{*}^{*}{}_{*}(y) = (p)$$
$$(Y)_{*}^{*}{}_{*}(\ ) = (\ )$$
$$(Py)_{*}^{*}{}_{*}(Qy) = (\ )$$
$$(PY)_{*}^{*}{}_{*}(\ ) = (\ )$$
$$(Y)_{*}^{*}{}_{*}(y) = (\ )$$
$$(PY)_{*}^{*}{}_{*}(Q\bar{Y}) = (\ )$$
$$(Py)_{*}^{*}{}_{*}(Q\bar{Y}) = (\ )$$
$$(P\bar{y})_{*}^{*}{}_{*}(QY) = (\ )$$
$$(Py)_{*}^{*}{}_{*}(Q\bar{y}) = (\ )$$

Apéndice X

Expresión simbólica de las inferencias categóricas

Con arreglo al simbolismo introducido en el Apéndice VII, necesitamos ahora emplear tres clases, x, y, z, para representar a los tres términos; x, z, para los extremos, y para el término medio. Las clases respectivamente opuestas son, por lo tanto: $\bar{x}$, $\bar{y}$, $\bar{z}$. Entonces,

las 20 premisas distintas y las 10 conclusiones diferentes quedan representadas por las siguientes fórmulas:

Juicio de:	Premisa en x, y	Premisa en y, z	Conclusión en x, z
Conjunción	(xy)	(yz)	(xz)
Discordancia	$(x\bar{y})$	$(y\bar{z})$	$(x\bar{z})$
Discordancia inversa	$(\bar{x}y)$	$(\bar{y}z)$	$(\bar{x}z)$
Heterófasis	$(\bar{x}\bar{y})$	$(\bar{y}\bar{z})$	$(\bar{x}\bar{z})$
Inclusión	$(\bar{X}y\ x\bar{Y})$	$(\bar{Y}z\ y\bar{Z})$	$(\bar{X}z\ x\bar{Z})$
Implicación	$(Xy\ \bar{x}\bar{Y})$	$(Yz\ \bar{y}\bar{Z})$	$(Xz\ \bar{x}\bar{Z})$
Implicación inversa	$(\bar{X}\bar{y}\ xY)$	$(\bar{Y}\bar{z}\ yZ)$	$(\bar{X}\bar{z}\ xZ)$
Incompatibilidad	$(X\bar{y}\ \bar{x}Y)$	$(Y\bar{z}\ \bar{y}Z)$	$(X\bar{z}\ \bar{x}Z)$
Reciprocidad	$(XY\ \bar{X}\bar{Y})$	$(YZ\ \bar{Y}\bar{Z})$	$(XZ\ \bar{X}\bar{Z})$
Exclusión	$(X\bar{Y}\ \bar{X}Y)$	$(Y\bar{Z}\ \bar{Y}Z)$	$(X\bar{Z}\ \bar{X}Z)$

Con estas fórmulas podemos encontrar la conclusión de cada una de las formas de la inferencia categórica, utilizando la función *inferencia* que introdujimos en el Apéndice IX. Empezaremos por obtener las conclusiones correspondientes a los 19 modos válidos de las cuatro figuras del silogismo categórico tradicional. Para ello, utilizaremos como premisas los juicios de implicación (universal afirmativo), de incompatibilidad (universal negativo), de conjunción (particular afirmativo) y de discordancia (particular negativo), con respecto a los términos m, p y s. Entonces, mediante la función *inferencia* se obtienen las conclusiones conocidas, tal como aparecen en seguida:

Barbara

$(Mp\ \bar{m}\bar{P})$	Todo M es P (premisa mayor)
$(Sm\ \bar{s}\bar{M})$	Todo S es M (premisa menor)

$$(Mp\ \bar{m}\bar{P})\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (Sm\ \bar{s}\bar{M}) = (Sp\ \bar{s}\bar{P})$$

$(Sp\ \bar{s}\bar{P})$	Todo S es P (conclusión)

Celarent

$(M\overline{p}\ \overline{m}P)$ Ningún M es P (premisa mayor)
$(Sm\ \overline{s}\overline{M})$ Todo S es M (premisa menor)

$(M\overline{p}\ \overline{m}P)\ {}_{*}^{*}{}_{*}\ (Sm\ \overline{s}\overline{M}) = (S\overline{p}\ \overline{s}P)$

$(S\overline{p}\ \overline{s}P)$ Ningún S es P (conclusión)

Darii

$(Mp\ \overline{m}\overline{P})$ Todo M es P (premisa mayor)
(sm) Algunos S son M (premisa menor)

$(Mp\ \overline{m}\overline{P})\ {}_{*}^{*}{}_{*}\ (sm) = (sp)$

(sp) Algunos S son P (conclusión)

Ferio

$(M\overline{p}\ \overline{m}P)$ Ningún M es P (premisa mayor)
(sm) Algunos S son M (premisa menor)

$(M\overline{p}\ \overline{m}P)\ {}_{*}^{*}{}_{*}\ (sm) = (s\overline{p})$

$(s\overline{p})$ Algunos S no son P (conclusión)

Cesare

$(P\overline{m}\ \overline{p}M)\ {}_{*}^{*}{}_{*}\ (Sm\ \overline{s}\overline{M}) = (S\overline{p}\ \overline{s}P)$

Camestres

$(Pm\ \overline{p}\overline{M})\ {}_{*}^{*}{}_{*}\ (S\overline{m}\ \overline{s}M) = (S\overline{p}\ \overline{s}P)$

Festino

$(P\overline{m}\ \overline{p}M)\ {}_{*}^{*}{}_{*}\ (sm) = (s\overline{p})$

Baroco

$(Pm\ \overline{p}\overline{M})\ {}_{*}^{*}{}_{*}\ (s\overline{m}) = (s\overline{p})$

Darapti

$$(Mp\,\overline{m}\overline{P})\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (Ms\,\overline{m}\overline{S}) = (sp)$$

Disamis

$$(mp)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (Ms\,\overline{m}\overline{S}) = (sp)$$

Datisi

$$(Mp\,\overline{m}\overline{P})\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (ms) = (sp)$$

Felapton

$$(M\overline{p}\,\overline{m}P)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (Ms\,\overline{m}\overline{S}) = (s\overline{p})$$

Bocardo

$$(m\overline{p})\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (Ms\,\overline{m}\overline{S}) = (s\overline{p})$$

Feriso

$$(M\overline{p}\,\overline{m}P)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (ms) = (s\overline{p})$$

Bramantip o *Bamalip*

$$(Pm\,\overline{p}\overline{M})\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (Ms\,\overline{m}\overline{S}) = (Ps\,\overline{p}\overline{S})$$ [13]

Camenes

$$(Pm\,\overline{p}\overline{M})\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (M\overline{s}\,\overline{m}S) = (S\overline{p}\,\overline{s}P)$$

Dimatis

$$(pm)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (Ms\,\overline{m}\overline{S}) = (sp)$$

[13] Como se advierte, lo que se obtiene como conclusión es un juicio de implicación inversa (universal afirmativo): "Todo *P* es *S*". Dicho juicio se puede reducir por subalternación al juicio de conjunción (particular afirmativo): "Algunos *P* son *S*"; mismo que se convierte por inversión en: "Algunos *S* son *P*". Esta última es la conclusión débil atribuida tradicionalmente a este modo del silogismo.

Fesapo

$$(P\overline{m}\,\overline{p}M)\,{}_{*}{}^{*}{}_{*}\,(Ms\,\overline{m}\overline{S}) = (s\overline{p})$$

Fresison

$$(P\overline{m}\,\overline{p}M)\,{}_{*}{}^{*}{}_{*}\,(ms) = (s\overline{p})$$

Ahora bien, como ya lo hemos establecido, en realidad existen 184 modos concluyentes de la inferencia categórica, cuando se consideran como premisas los juicios de conjunción, discordancia, discordancia inversa, heterófasis, inclusión, implicación, implicación inversa, incompatibilidad, reciprocidad y exclusión. Dichos modos se encuentran incluidos en las 37 formas típicas siguientes, combinando el intercambio de premisas y el intercambio de los términos, cuando esto último es posible:

1ª forma: $(XY\,\overline{X}\overline{Y})\,{}_{*}{}^{*}{}_{*}\,(YZ\,\overline{Y}\overline{Z}) = (XZ\,\overline{X}\overline{Z})$ (4 modos)

2ª forma: $(XY\,\overline{X}\overline{Y})\,{}_{*}{}^{*}{}_{*}\,(Y\overline{Z}\,\overline{Y}Z) = (X\overline{Z}\,\overline{X}Z)$ (8 modos)

3ª forma: $(XY\,\overline{X}\overline{Y})\,{}_{*}{}^{*}{}_{*}\,(\overline{Y}z\,yZ) = (\overline{X}z\,xZ)$ (4 modos)

4ª forma: $(XY\,\overline{X}\overline{Y})\,{}_{*}{}^{*}{}_{*}\,(Yz\,\overline{y}\overline{Z}) = (Xz\,\overline{x}\overline{Z})$ (4 modos)

5ª forma: $(XY\,\overline{X}\overline{Y})\,{}_{*}{}^{*}{}_{*}\,(Y\overline{z}\,\overline{y}Z) = (X\overline{z}\,\overline{x}Z)$ (8 modos)

6ª forma: $(XY\,\overline{X}\overline{Y})\,{}_{*}{}^{*}{}_{*}\,(\overline{Y}z\,y\overline{Z}) = (\overline{X}z\,x\overline{Z})$ (8 modos)

7ª forma: $(XY\,\overline{X}\overline{Y})\,{}_{*}{}^{*}{}_{*}\,(\overline{y}\overline{z}) = (\overline{x}\overline{z})$ (8 modos)

8ª forma: $(XY\,\overline{X}\overline{Y})\,{}_{*}{}^{*}{}_{*}\,(y\overline{z}) = (x\overline{z})$ (4 modos)

9ª forma: $(XY\,\overline{X}\overline{Y})\,{}_{*}{}^{*}{}_{*}\,(\overline{y}z) = (\overline{x}z)$ (4 modos)

10ª forma: $(XY\,\overline{X}\overline{Y})\,{}_{*}{}^{*}{}_{*}\,(yz) = (xz)$ (8 modos)

11ª forma: $(X\overline{Y}\,\overline{X}Y)\,{}_{*}{}^{*}{}_{*}\,(Y\overline{Z}\,\overline{Y}Z) = (XZ\,\overline{X}\overline{Z})$ (4 modos)

12ª forma: $(X\bar{Y}\ \bar{X}Y)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (\bar{Y}\bar{z}\ yZ) = (X\bar{z}\ \bar{x}Z)$ (4 modos)

13ª forma: $(X\bar{Y}\ \bar{X}Y)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (Yz\ \bar{y}\bar{Z}) = (\bar{X}z\ x\bar{Z})$ (4 modos)

14ª forma: $(X\bar{Y}\ \bar{X}Y)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (Y\bar{z}\ \bar{y}Z) = (\bar{X}\bar{z}\ xZ)$ (8 modos)

15ª forma: $(X\bar{Y}\ \bar{X}Y)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (\bar{Y}z\ y\bar{Z}) = (Xz\ \bar{x}\bar{Z})$ (8 modos)

16ª forma: $(X\bar{Y}\ \bar{X}Y)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (\bar{y}\bar{z}) = (x\bar{z})$ (8 modos)

17ª forma: $(X\bar{Y}\ \bar{X}Y)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (y\bar{z}) = (\bar{x}\bar{z})$ (4 modos)

18ª forma: $(X\bar{Y}\ \bar{X}Y)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (\bar{y}z) = (xz)$ (4 modos)

19ª forma: $(X\bar{Y}\ \bar{X}Y)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (yz) = (\bar{x}z)$ (8 modos)

20ª forma: $(Xy\ \bar{x}\bar{Y})\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (Yz\ \bar{y}\bar{Z}) = (Xz\ \bar{x}\bar{Z})$ (4 modos)[14]

21ª forma: $(\bar{X}\bar{y}\ xY)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (Yz\ \bar{y}\bar{Z}) = (xz)$ (1 modo)[15]

22ª forma: $(\bar{X}\bar{y}\ xY)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (Y\bar{z}\ \bar{y}Z) = (x\bar{z})$ (4 modos)[16]

23ª forma: $(\bar{X}\bar{y}\ xY)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (\bar{Y}z\ y\bar{Z}) = (\bar{X}z\ x\bar{Z})$ (4 modos)

24ª forma: $(\bar{X}\bar{y}\ xY)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (y\bar{z}) = (x\bar{z})$ (2 modos)[17]

25ª forma: $(\bar{X}\bar{y}\ xY)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (yz) = (xz)$ (4 modos)[18]

26ª forma: $(Xy\ \bar{x}\bar{Y})\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (\bar{Y}\bar{z}\ yZ) = (\bar{x}\bar{z})$ (1 modo)

[14] Esta forma incluye los modos *Barbara* y *Bamalip.*

[15] A esta forma corresponde el modo *Darapti.*

[16] En esta forma están incluidos los modos *Felapton* y *Fesapo.*

[17] A esta forma corresponde el modo *Bocardo.*

[18] En esta forma están incluidos los modos *Darii, Disamis, Datisi* y *Dimaris.*

27ª forma: $(Xy\,\bar{x}\bar{Y})\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (Y\bar{z}\,\bar{y}Z) = (X\bar{z}\,\bar{x}Z)$ (4 modos)[19]

28ª forma: $(Xy\,\bar{x}\bar{Y})\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (\bar{Y}z\,y\bar{Z}) = (\bar{x}z)$ (4 modos)

29ª forma: $(Xy\,\bar{x}\bar{Y})\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (\bar{z}\bar{y}) = (x\bar{z})$ (4 modos)

30ª forma: $(Xy\,\bar{x}\bar{Y})\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (\bar{y}z) = (\bar{x}z)$ (2 modos)[20]

31ª forma: $(X\bar{y}\,\bar{x}Y)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (Y\bar{z}\,\bar{y}Z) = (\bar{x}\bar{z})$ (4 modos)

32ª forma: $(X\bar{y}\,\bar{x}Y)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (\bar{Y}z\,y\bar{Z}) = (Xz\,\bar{x}\bar{Z})$ (8 modos)

33ª forma: $(X\bar{y}\,\bar{x}Y)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (y\bar{z}) = (\bar{x}\bar{z})$ (4 modos)

34ª forma: $(X\bar{y}\,\bar{x}Y)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (yz) = (\bar{x}z)$ (8 modos)[21]

35ª forma: $(\bar{X}y\,x\bar{Y})\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (\bar{Y}z\,y\bar{Z}) = (xz)$ (4 modos)

36ª forma: $(\bar{X}y\,x\bar{Y})\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (\bar{y}\bar{z}) = (x\bar{z})$ (8 modos)

37ª forma: $(\bar{X}y\,x\bar{Y})\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (\bar{y}z) = (xz)$ (4 modos)

Apéndice XI

Expresión simbólica de las inferencias hipotéticas

Empleando el simbolismo del Apéndice VII y la función *inferencia* introducida en el Apéndice IX, se pueden obtener las conclusiones de las 16 formas de inferencia hipotética, del modo que sigue:

Modo afirmativo por afirmación *(ponendo ponens):*

1ª forma: $(XY\,\bar{X}\bar{Y})\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (x) = (y)$

[19] Esta forma incluye los modos *Celarent, Cesare, Camestres y Camenes.*
[20] Esta forma comprende el modo *Baroco.*
[21] A esta forma corresponden los modos *Ferio, Festino, Ferison* y *Fresison.*

2ª forma: $(XY\ \overline{X}\overline{Y})\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (y) = (x)$

3ª forma: $(Xy\ \ \overline{x}\overline{Y})\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (x) = (y)$

4ª forma: $(\overline{X}\overline{y}\ \ xY)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (y) = (x)$

Modo afirmativo por negación *(tollendo ponens):*

1ª forma: $(X\overline{Y}\ \overline{X}Y)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (\overline{x}) = (y)$

2ª forma: $(X\overline{Y}\ \overline{X}Y)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (\overline{y}) = (x)$

3ª forma: $(\overline{X}y\ \ x\overline{Y})\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (\overline{x}) = (y)$

4ª forma: $(\overline{X}y\ \ x\overline{Y})\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (\overline{y}) = (x)$

Modo negativo por afirmación *(ponendo tollens):*

1ª forma: $(X\overline{Y}\ \overline{X}Y)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (x) = (\overline{y})$

2ª forma: $(X\overline{Y}\ \overline{X}Y)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (y) = (\overline{x})$

3ª forma: $(X\overline{y}\ \overline{x}Y)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (x) = (\overline{y})$

4ª forma: $(X\overline{y}\ \overline{x}Y)\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (y) = (\overline{x})$

Modo negativo por negación *(tollendo tollens):*

1ª forma: $(XY\ \overline{X}\overline{Y})\ {}_{*}{}^{*}{}_{*}\ (\overline{x}) = (\overline{y})$

2ª forma: $(XY\,\bar{X}\bar{Y})\,{}_{*}^{*}{}_{*}\,(\bar{y}) = (\bar{x})$

3ª forma: $(Xy\,\bar{x}\bar{Y})\,{}_{*}^{*}{}_{*}\,(\bar{y}) = (\bar{x})$

4ª forma: $(\bar{X}\bar{y}\,xY)\,{}_{*}^{*}{}_{*}\,(\bar{x}) = (\bar{y})$

IX. TEORÍA DE LA INFERENCIA TRANSDUCTIVA

§ 45. Función de la transducción

La transducción es el razonamiento transitivo que permite extender las interconexiones existentes entre los conocimientos adquiridos, utilizando el mismo tipo de relación y manteniendo ésta en un grado equivalente. El origen de la transducción se encuentra en los tres tipos principales de operaciones mentales que le sirven al niño para obtener conclusiones, como son: las igualdades, las desigualdades y las analogías. Como se ha puesto en claro a través de las investigaciones de Piaget y otros,[1] el niño maneja desenfadadamente la identificación, la diferenciación y la vinculación por semejanza de relaciones, antes de estar en posesión de criterios relativamente rigurosos para igualar, desigualar o analogar y, además, el niño está lejos de mantener cierta invariancia en los criterios que utiliza para ejecutar tales operaciones. En cambio, en la ejecución de operaciones estrictamente transductivas, es indispensable utilizar criterios bien definidos y conservarlos invariantes a lo largo de una misma operación de igualación, desigualación o analogación.

En la inferencia transductiva, la conclusión tiene el mismo grado de generalidad o de particularidad que las premisas. La novedad del conocimiento adquirido a través de una inferencia transductiva, consiste en transferir las relaciones establecidas entre el término medio y cada uno de los extremos, respectivamente, formulándola como relación entre los términos extremos. En todo caso, la condición necesaria y suficiente para hacer posible un razonamiento transductivo es que la relación formulada en las premisas, y que es transferida a la conclusión, sea precisamente una relación gober-

[1] El término fue introducido por W. Stern, en *Psychologie der frühen Kindheit*, 1914, pág. 273; y adoptado por Jean Piaget, *Jugement et raisonnement chez l'enfant*, pág. 238 (André Lalande, *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, París, Presses Universitaires de France, 1962, página 1149.)

nada por una ley de transitividad. Las inferencias transductivas están constituidas por dos o más premisas y una conclusión. Cuando las premisas son juicios universales definidos, la conclusión es otro juicio universal definido. Si las premisas son juicios universales indefinidos, la conclusión es igualmente un juicio universal indefinido. Y, cuando las premisas son juicios particulares, la conclusión es un juicio particular. Lo que no es posible es obtener una conclusión transductiva partiendo de un juicio universal definido y otro juicio universal indefinido, ni tampoco partiendo de un juicio universal y otro particular. Porque lo que se transfiere a la conclusión es la relación entre los términos y, para ello, es indispensable que la relación expresada en las premisas sea del mismo grado, sin que sea posible generalizarla ni tampoco particularizarla en la conclusión.

Las inferencias transductivas pueden ser de siete clases: 1) inferencias por igualdad; 2) inferencias por simetría; 3) inferencias por homología; 4) inferencias por desigualdad; 5) inferencias por asimetría; 6) inferencias por referencia; y, 7) inferencias por analogía. En las tres primeras clases se cumplen las dos leyes de transitividad y, en rigor, las inferencias por simetría y por homología son análogas a las inferencias por igualdad. Por otra parte, las inferencias por asimetría y las inferencias por referencia son análogas a las inferencias por desigualdad; además, en estas tres clases de inferencias transductivas solamente se cumple la primera ley de transitividad. En cuanto a las inferencias por analogía, en ellas la transitividad se extiende hasta los términos más heterogéneos, con tal que sean análogos, esto es, que admitan simplemente una relación común.

§ 46. Inferencias por igualdad

Las inferencias por igualdad se efectúan mediante la aplicación de las dos leyes de transitividad correspondientes a la identidad. Como es sabido, la primera de esas leyes establece que, cuando un concepto x es igual a otro concepto y, a la vez que este otro concepto y es igual a un tercer concepto z, entonces el primer concepto x es también igual al tercero z, o sea, simbólicamente:

Si: $x = y$
a la vez que: $y = z$
entonces: $x = z$

EJEMPLO:

Premisa: El segmento *AB* es igual al segmento *CD*.
Premisa: El segmento *CD* es igual al segmento *EF*.
Conclusión: El segmento *AB* es igual al segmento *EF*.

La segunda ley de transitividad establece que cuando dos conceptos x e y son iguales, respectivamente, a un tercer concepto z, entonces dichos conceptos x e y son iguales entre sí, es decir, que:

Si: $x = z$
a la vez que: $y = z$
entonces: $x = y$

EJEMPLO:

Premisa: El ángulo *GHI* es igual al ángulo *JKL*.
Premisa: El ángulo *MNO* es igual al ángulo *JKL*.
Conclusión: El ángulo *GHI* es igual al ángulo *MNO*.

En las inferencias por simetría se aplican también las dos leyes de transitividad correspondientes a la igualdad. Las premisas de que se parte son juicios universales definidos, los cuales son simétricos porque establecen una mutua implicación entre sus términos que, por ende, es equivalente en ambos sentidos. En efecto, recordemos que el juicio de reciprocidad está representado esquemáticamente por la fórmula: Si es x, entonces es y, y viceversa; y, si no es x, entonces no es y, y viceversa. En forma simbólica, tenemos:

$$x \leftrightarrow y \quad , \quad \bar{x} \leftrightarrow \bar{y}.$$

En tanto que el juicio de exclusión se expresa mediante la fórmula: Si es x, entonces no es y, y viceversa; y, si no es x, entonces es y, y viceversa. Y, en forma simbólica:

$$x \leftrightarrow \bar{y} \quad , \quad \bar{x} \leftrightarrow y.$$

Por consiguiente, aplicando las leyes de transitividad a dos juicios universales definidos, en calidad de premisas, obtenemos tres formas de inferencia por simetría, una de ellas con dos modos. Dichas formas coinciden con la primera, la segunda y la undécima formas de la inferencia categórica, ya tratadas en el Apartado 43.

En la primera forma, la transitividad de sus implicaciones mutuas es la siguiente:

Si:	$x \leftrightarrow y$	,	$\bar{x} \leftrightarrow \bar{y}$	(Reciprocidad)
a la vez que:	$y \leftrightarrow z$	,	$\bar{y} \leftrightarrow \bar{z}$	(Reciprocidad)
entonces:	$x \leftrightarrow y \leftrightarrow z$	,	$\bar{x} \leftrightarrow \bar{y} \leftrightarrow \bar{z}$	
luego:	$x \leftrightarrow z$	,	$\bar{x} \leftrightarrow \bar{z}$	(Reciprocidad)

En la segunda forma, la transitividad de las implicaciones recíprocas es la siguiente:

Si:	$x \leftrightarrow y$	,	$\bar{x} \leftrightarrow \bar{y}$	(Reciprocidad)
a la vez que:	$y \leftrightarrow \bar{z}$	,	$\bar{y} \leftrightarrow z$	(Exclusión)
entonces:	$x \leftrightarrow y \leftrightarrow \bar{z}$	,	$\bar{x} \leftrightarrow \bar{y} \leftrightarrow z$	
luego:	$x \leftrightarrow \bar{z}$	,	$\bar{x} \leftrightarrow z$	(Exclusión)

Y en la undécima forma, la transitividad se cumple de la siguiente manera:

Si:	$x \leftrightarrow \bar{y}$	,	$\bar{x} \leftrightarrow y$	(Exclusión)
a la vez que:	$y \leftrightarrow \bar{z}$	,	$\bar{y} \leftrightarrow z$	(Exclusión)
entonces:	$x \leftrightarrow \bar{y} \leftrightarrow z$	,	$\bar{x} \leftrightarrow y \leftrightarrow \bar{z}$	
luego:	$x \leftrightarrow z$	,	$\bar{x} \leftrightarrow \bar{z}$	(Reciprocidad)

En las inferencias por homología se transfiere a la conclusión alguna relación establecida en las premisas que sea análoga a la igualdad. Además de la igualdad y la simetría, existen muchas otras propiedades que cumplen con las dos leyes de transitividad, como ocurre con las siguientes: equivalente, simultáneo, homólogo (en sentido geométrico), compatriota, contemporáneo, isomorfo, cabe, junto, correligionario, hermano, colega, similar, análogo, coeficiente, coetáneo, paralelo, colinear, coplanar, idéntico, coincidente, coaxial, copuntal, etcétera.

EJEMPLO:

Premisa: Rulfo es coetáneo de Arreola.
Premisa: Chumacero es coetáneo de Arreola.
Conclusión: Rulfo es coetáneo de Chumacero.

§ 47. INFERENCIAS POR DESIGUALDAD

En las inferencias por desigualdad solamente se cumple la primera ley de transitividad. En consecuencia, si se tiene que x es mayor que y, al propio tiempo que y es mayor que z, entonces se concluye por transducción que x es mayor que z, o sea, simbólicamente:

Si: $x > y$
a la vez que: $y > z$
entonces: $x > z$

Pero, cuando se tiene que x es mayor que y, al propio tiempo que z es mayor que y, entonces queda indeterminado el saber si x es mayor, o bien si z es mayor. Ahora bien, la primera ley de transitividad se cumple en los dos sentidos de la desigualdad, o sea, que también es válido que: si x es menor que y, a la vez que y es menor que z, entonces resulta como conclusión transductiva que x es menor que z, es decir, simbólicamente:

Si: $x < y$
a la vez que: $y < z$
entonces: $x < z$

Sin embargo, debido a que la desigualdad es asimétrica, cuando se tiene que x es mayor que y, al propio tiempo que y es menor que z, o viceversa, entonces no es posible efectuar una transducción que sea concluyente. En cambio, la combinación de una desigualdad con la igualdad sí permite transferir la relación de desigualdad como conclusión de una inferencia transductiva. Así se constituyen otras cuatro formas válidas de transducción por desigualdad, que son las que siguen:

Si:	$x > y$	Si:	$x < y$
a la vez que:	$y = z$	a la vez que:	$y = z$
entonces:	$x > z$	entonces:	$x < z$
Si:	$x = y$	Si:	$x = y$
a la vez que:	$y > z$	a la vez que:	$y < z$
entonces:	$x > z$	entonces:	$x < z$

Como ejemplo de inferencia por desigualdad tenemos el siguiente:

Premisa: La población de Morelia es menor que la de Puebla.
Premisa: La población de Puebla es menor que la de Guadalajara.
Conclusión: La población de Morelia es menor que la de Guadalajara.

En las inferencias por asimetría se aplica también la ley de transitividad correspondiente a la desigualdad. Los juicios que sirven como premisas son los universales indefinidos que, como ya lo hemos visto, representan una doble implicación entre sus términos, pero que no es recíproca. En efecto, el juicio de inclusión: "Si no es x, entonces es y; y, si no es y, entonces es x", se representa así:

$$\bar{x} \rightarrow y \quad , \quad \bar{y} \rightarrow x$$

El juicio de implicación: "Si es x, entonces es y; y, si no es y, entonces no es x", se representa así:

$$x \rightarrow y \quad , \quad \bar{y} \rightarrow \bar{x}$$

El juicio de implicación inversa: "Si es y, entonces es x, y, si no es x, entonces no es y", está representado por:

$$y \rightarrow x \quad , \quad \bar{x} \rightarrow \bar{y}$$

Y el juicio de incompatibilidad: "Si es x, entonces no es y; y, si es y, entonces no es x", se expresa por:

$$x \rightarrow \bar{y} \quad , \quad y \rightarrow \bar{x}$$

Por lo tanto, al aplicar la ley de transitividad de la desigualdad a dos juicios universales indefinidos, utilizados en calidad de premisas, se obtienen cuatro formas de inferencia por asimetría. Cada forma tiene dos modos, debido al intercambio que se puede hacer entre sus premisas. Dichas formas coinciden con la vigésima, la vigesimotercera, la vigesimoséptima y la trigesimosegunda formas de la inferencia categórica, que ya tratamos en el Apartado 43, del Capítulo VIII.

La vigésima forma está constituida por dos juicios de implicación (o por dos juicios de implicación inversa, en el otro modo) como premisas, de los cuales se obtiene como conclusión un juicio de implicación (o un juicio de implicación inversa en el otro modo). Entonces, la transitividad de sus respectivas implicaciones es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Si:} \quad & x \to y \quad , \quad \bar{y} \to \bar{x} \quad \text{(Implicación)} \\ \text{a la vez que:} \quad & y \to z \quad , \quad \bar{z} \to \bar{y} \quad \text{(Implicación} \\ \text{entonces:} \quad & x \to y \to z \quad , \quad \bar{z} \to \bar{y} \to \bar{x} \\ \text{luego:} \quad & x \to z \quad , \quad \bar{z} \to \bar{x} \quad \text{(Implicación)} \end{aligned}$$

La vigesimotercera forma está integrada por un juicio de inclusión y uno de implicación como premisas (o por un juicio de implicación inversa y uno de inclusión, en el otro modo), de los cuales se infiere por transducción un juicio de inclusión como conclusión. La transitividad se cumple entonces de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Si:} \quad & \bar{x} \to y \quad , \quad \bar{y} \to x \quad \text{(Inclusión)} \\ \text{a la vez que:} \quad & y \to z \quad , \quad \bar{z} \to \bar{y} \quad \text{(Implicación)} \\ \text{entonces:} \quad & \bar{x} \to y \to z \quad , \quad \bar{z} \to \bar{y} \to x \\ \text{luego:} \quad & \bar{x} \to z \quad , \quad \bar{z} \to x \quad \text{(Inclusión)} \end{aligned}$$

La vigesimoséptima forma está compuesta por un juicio de implicación y uno de incompatibilidad (o bien, por un juicio de incompatibilidad y uno de implicación inversa, en el otro modo) como premisas, de los cuales se transduce como conclusión un juicio de incompatibilidad, tal como se indica a continuación:

$$\begin{array}{rlll} \text{Si:} & x \rightarrow y & , & \bar{y} \rightarrow \bar{x} \quad \text{(Implicación)} \\ \text{a la vez que:} & y \rightarrow \bar{z} & , & z \rightarrow \bar{y} \quad \text{(Incompatibilidad)} \\ \text{entonces:} & x \rightarrow y \rightarrow \bar{z} & , & z \rightarrow \bar{y} \rightarrow \bar{x} \\ \text{luego:} & x \rightarrow \bar{z} & , & z \rightarrow \bar{x} \quad \text{(Incompatibilidad)} \end{array}$$

La trigésimosegunda forma tiene como premisas un juicio de inclusión y uno de incompatibilidad (o bien, en el otro modo, un juicio de incompatibilidad y uno de inclusión), de los cuales resulta por transducción un juicio de implicación inversa (o un juicio de implicación, en el otro modo). En este caso, el cumplimiento de la transitividad se realiza así:

$$\begin{array}{rlll} \text{Si:} & \bar{x} \rightarrow y & , & \bar{y} \rightarrow x \quad \text{(Inclusión)} \\ \text{a la vez que:} & y \rightarrow \bar{z} & , & z \rightarrow \bar{y} \quad \text{(Incompatibilidad)} \\ \text{entonces:} & \bar{x} \rightarrow y \rightarrow \bar{z} & , & z \rightarrow \bar{y} \rightarrow x \\ \text{luego:} & \bar{x} \rightarrow \bar{z} & , & z \rightarrow x \quad \text{(Implicación inversa)} \end{array}$$

Las inferencias por referencia son aquellas en las cuales se transfiere a la conclusión una relación establecida en las premisas que sea análoga a la desigualdad. Por supuesto, para que se pueda ejecutar la transducción por referencia, es indispensable que la relación en cuestión cumpla con la ley de transitividad correspondiente a la desigualdad. Ahora bien, además de la desigualdad y la asimetría, existen muchas otras relaciones que satisfacen esa exigencia. Entre ellas podemos mencionar las que siguen: anterior, posterior, antecedente, consecuente, ascendiente, descendiente, arriba, abajo, adelante, atrás, derecha, izquierda, oriente, poniente, norte, sur, efecto, subordinación, pertenencia, dependencia, debajo, interior, exterior, ante, tras, bajo, sobre, inferior, superior, entre, etcétera. En todo caso, lo que se debe tener siempre en cuenta es que estas relaciones son asimétricas, de tal manera que, si un lugar está situado al sur de otro lugar, entonces éste no se encuentra ubicado al sur del primero. Ejemplo:

Premisa: El punto R está entre el punto S y el punto T.
Premisa: El punto S está entre el punto N y el punto R.
Conclusión: El punto R está entre el punto N y el punto T.

§ 48. Inferencias por analogía

La inferencia por analogía es el tipo de razonamiento más común y corriente y, tal vez, el más útil. La analogía forma parte de todas nuestras maneras de pensar. En realidad, en el curso de las conversaciones cotidianas y de las reflexiones más triviales, constantemente estamos efectuando razonamientos por analogía. También ejecutamos analogías cuando nos expresamos artísticamente o cuando realizamos actividades científicas rigurosas. Así, continuamente estamos infiriendo por analogía, para establecer posibles esquemas de funcionamiento y para construir metáforas explicativas. La analogía es uno de los procedimientos más fructuosos que se utiliza en la formulación de hipótesis plausibles que, después, pueden ser sometidas a la prueba de la experiencia, o bien, pueden ser fundamentadas mediante razonamientos más estrictos. Igualmente, el razonamiento por analogía permite establecer conjeturas, que luego pueden llegar a convertirse en hipótesis; y, lo que es más, aun en aquellos casos en que una conjetura acaba por ser desechada, puede desempeñar un papel importante en el proceso de formulación de las hipótesis. Por otra parte, la habilidad para descubrir analogías es muy valiosa para desarrollar la imaginación racional y hacer avanzar el conocimiento. Más todavía, en la mayoría de los casos, la analogía constituye la primera de las etapas que se recorren en el camino que conduce al descubrimiento de lo desconocido, partiendo de lo conocido.

En su forma elemental y originaria, la inferencia por analogía es un razonamiento rigurosamente matemático que consiste en determinar el cuarto término de una proporción, cuando se conocen los otros tres términos. Por lo tanto, si tenemos establecida la proporción:

$$\frac{A}{B} = \frac{C}{D}$$

La inferencia por analogía es el razonamiento que lleva a encontrar el valor de uno de esos términos, D por ejemplo, cuando se conocen los valores de A, B y C. En tal caso, multiplicando por B y D, y dividiendo entre A ambos miembros, tenemos:

$$D = \frac{BC}{A}$$

Un ejemplo de esta forma de inferencia es el siguiente:

Premisa: Los cuadriláteros *ABCD* y *EFGH* son homólogos y, por ende, sus ángulos son iguales y sus lados son análogos.

Premisa: El lado AB del primer cuadrilátero mide 12 unidades y el lado *EF* del segundo cuadrilátero mide 4 unidades, de tal manera que la razón entre *AB* y *EF* es 3.

Conclusión: La razón entre el lado *BC* del primer cuadrilátero y el lado *FG* del segundo cuadrilátero también es 3 y, por consiguiente, si el lado *BC* mide 15 unidades, entonces el lado *FG* mide 5 unidades.

Existe una multitud de relaciones entre propiedades que pueden ser analógicas, sin necesidad de que se trate precisamente de propidades matemáticas. También se pueden establecer inferencias por analogía con base en una concordancia cualitativa de relaciones, aun cuando no se tenga una proporción cuantitativa entre ellas. En todo caso, la inferencia por analogía es una transducción en la cual una cierta relación se transfiere de una clase de objetos a otra clase diferente, de tal manera que la conclusión viene a ser la transferencia efectuada. Para ejecutar correctamente una inferencia por analogía es indispensable que se trate de objetos análogos y no de objetos similares. Mientras los objetos similares son aquellos que concuerdan en algunas de sus propiedades, en cambio, los objetos análogos son aquellos que concuerdan en determinadas relaciones entre sus propiedades respectivas, no obstante que dichas propiedades sean enteramente diferentes. Así, por ejemplo, una red telegráfica es análoga al sistema nervioso, justamente porque la relación entre la red telegráfica y el territorio que comunica, es equivalente a la relación existente entre el sistema nervioso y el organismo vivo al que pertenece. También son análogos los órganos pertenecientes a organismos diferentes que tienen la misma posición y las mismas vinculaciones, aun cuando desempeñen funciones diferentes, como ocurre con las alas de las aves y los miembros anteriores de los mamíferos. Igualmente, son análogos aquellos órganos que realizan la misma función en distintos organismos,

aunque no tengan las mismas características anatómicas ni fisiológicas, como sucede con los pulmones de las aves y las branquias de los peces.

En su significación general, la inferencia por analogía parte de una relación común entre ciertas propiedades de dos clases de objetos, para concluir que también coinciden en otras relaciones entre sus propiedades. Cuando se han reconocido varias analogías entre dos clases de objetos, la inferencia por analogía consiste en suponer que las relaciones existentes entre las propiedades de los objetos mejor conocidos, y que no son analogías ya comprobadas, también existen entre los objetos menos conocidos. Por lo tanto, siempre es posible considerar que, entre dos clases de objetos análogos, existe un número de analogías mayor que el de las ya conocidas. La fórmula general de la inferencia por analogía es la siguiente: Si se tienen dos clases de objetos análogos y en una de ellas se determina una nueva relación entre ciertas propiedades de sus objetos, entonces se puede inferir por analogía que esa misma relación existe posiblemente entre los objetos de la otra clase.

La inferencia por analogía queda ilustrada con el ejemplo siguiente. El paralelogramo rectangular es análogo al paralelepípedo rectangular, en virtud de la concordancia existente en las relaciones entre los lados del paralelogramo y las relaciones entre las caras del paralelepípedo. En efecto, cada uno de los cuatro lados del paralelogramo es paralelo a otro lado y perpendicular a los dos restantes; mientras que cada una de las seis caras del paralelepípedo es paralela a otra cara y perpendicular a las cuatro restantes. Por consiguiente, se puede establecer la siguiente inferencia por analogía:

Premisa: El paralelogramo rectangular es análogo al paralelepípedo rectangular.

Premisa: Cada una de las dos diagonales del paralelogramo es igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de dos lados adyacentes y perpendiculares entre sí.

Conclusión: Cada una de las cuatro diagonales del paralelepípedo es igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de tres aristas adyacentes y perpendiculares entre sí.

Como puede verse, la concordancia existente entre las relaciones de los lados del paralelogramo y las relaciones de las caras del para-

lelepípedo, se ha extendido en la conclusión suponiendo que también existe concordancia entre las relaciones de los lados y las diagonales del paralelogramo, y las relaciones de las aristas y las diagonales del paralelepípedo. En todo caso, la inferencia por analogía se establece siempre en el nivel de la posibilidad. Por lo tanto, la conclusión es una hipótesis que deberá ser sometida después a la comprobación de la experiencia y de la demostración racional, mediante otros procedimientos lógicos. Por otra parte, la probabilidad de que se cumpla una conclusión obtenida por analogía, se incrementará en razón directa con el aumento en el número de objetos análogos, o bien, con el incremento de la cantidad de relaciones analógicas conocidas entre ellos.

La analogía puede ser adoptada algunas veces como método general para el estudio de una disciplina entera. Así, por ejemplo, para estudiar la forma en que se transmiten los estímulos a través del sistema nervioso, se establece la hipótesis general de que dicha transmisión es análoga a la transmisión de información en un sistema electrónico. De manera semejante, los procesos cibernéticos han servido como base para establecer, por analogía, ciertos procesos neurofisiológicos más complejos que la simple comunicación de los estímulos. Por otra parte, en la física ha resultado sumamente fructuoso el establecimiento de analogías generales entre dos clases diferentes de procesos (o que, al menos, se consideraban difrentes), tal como lo hizo Maxwell entre los procesos electromagnéticos y los procesos luminosos; o bien, como sucede en la actualidad con los numerosos estudios de hidrodinámica que se efectúan tomando como base su analogía con los procesos electrodinámicos. En fin, la medicina y la farmacología son disciplinas científicas en las cuales el conocimiento avanza fundamentalmente con apoyo en la realización de inferencias por analogía.

La inferencia por analogía admite una amplísima variación en el grado de rigor con que se puede ejecutar, por lo cual resulta sumamente fecunda, con tal que se tenga siempre presente el grado de rigor que haya sido factible o conveniente adoptar y, por ende, el carácter de la conclusión, que puede variar entre una mera conjetura y una hipótesis sumamente probable. De todas maneras, la inferencia por analogía es una de las formas de pensar que se adapta mejor a la fluidez y la amplitud que tiene la actividad racional. Inclusive las concordancias vagas, ambiguas, lejanas, in-

completas o insuficientemente esclarecidas pueden servir de base para establecer inferencias por analogía; y las conclusiones obtenidas de esa manera resultan útiles, siempre y cuando sean consideradas justamente de acuerdo con el nivel de certeza dentro del cual se establecieron. Más todavía, en todos aquellos casos en los cuales un investigador científico logra anticipar la solución de un problema teórico, adelantándose de ese modo a su demostración racional o a su comprobación experimental, lo que sucede es que ha sido capaz de realizar una serie de inferencias por analogía, conjugando en ellas sus experiencias y conocimientos con la osadía de su inteligencia y el poder creador de su imaginación. En consecuencia, lo que muchas veces se ha dado en llamar con ese término indefinible que es la 'intuición', viene a ser sencillamente la ejecución venturosa de una cadena de inferencias por analogía.

X. TEORÍA DE LA INFERENCIA INDUCTIVA

§ 49. Función de la inducción

El conocimiento adquirido por la experimentación es, en parte, la descripción de lo que se ha observado y, en parte, es aquello que se infiere de la experiencia pasada para predecir la experiencia futura. Este último aspecto de la adquisición del conocimiento es lo que constituye la inducción. Por inducción es que el botánico adquiere la certeza de que la planta que se desarrolle de una semilla de mostaza tendrá flores amarillas con cuatro estambres largos y dos cortos, y con cuatro pétalos y cuatro sépalos. También las predicciones de los observatorios astronómicos acerca de las posiciones de los astros, lo mismo que la estimación de la potencia útil de una nueva dínamo, las conclusiones acerca de la efectividad de una medicina y sobre la eficacia de alguna medida integrante de una política económica, son inferencias inducidas de la experiencia adquirida. En todo caso, estas inferencias se fundan en el cumplimiento de ciertas relaciones que se han determinado en procesos ya verificados y, entonces, se aplican a nuevos casos no comprendidos en el conjunto original. Es decir, que la inducción es la operación lógica que se utiliza para generalizar la experiencia.[1]

En la inferencia deductiva se tiene solamente tres alternativas posibles: la certeza, la falsedad o la imposibilidad de obtener una conclusión válida. En cambio, por medio de la inducción, esta última alternativa se transforma en posibilidad y se desarrolla como tal, ofreciendo todos los grados de la probabilidad, que tiene como casos extremos a la certeza y la falsedad. En este sentido, la inducción es mucho más general que la deducción, ya que presenta la posibilidad de efectuar un número infinito de determinaciones con una aproximación creciente. Así, en cada inferencia inductiva

[1] Harold Jeffreys, *Theory of probability,* Oxford, Clarendon Press, 1939; página 1.

se encuentra contenida explícitamente la posibilidad de modificarla y ampliarla.[2] Por otra parte, la inferencia inductiva consiste en el establecimiento de lo más general, a partir de lo menos general que ya se conoce. Entonces, sólo se puede inducir cuando se han efectuado inferencias deductivas y, recíprocamente, la posibilidad de deducir se apoya enteramente en las inferencias inducidas. Así, la deducción y la inducción son fases del método científico que coexisten en toda operación cognoscitiva que se practique. Y, lo que es más, uno de los fundamentos de la inducción es el *principio de la deducibilidad,* que es un corolario de los dos postulados primordiales del conocimiento. Este principio se puede enunciar del siguiente modo: Los procesos existentes en el universo son susceptibles de deducción a partir de cada una de sus manifestaciones. Y esta deducibilidad del universo es una condición indispensable para poder establecer inferencias inductivas.[3]

En un nivel determinado del conocimiento se consideran como posibles a todas las inferencias inducidas correctamente. Y de este conjunto de posibilidades se van eliminando aquellas que no concuerdan con los nuevos resultados experimentales, hasta llegar a seleccionar un grupo reducido de ellas, o una sola, que no se encuentre refutada decisivamente. Tales inferencias se mantienen entonces como vigentes, hasta en tanto que otros experimentos impongan su abandono o su modificación. Ahora bien, las inferencias excluidas no son completamente imposibles, sino muy improbables, a menos que se muestre objetivamente su imposibilidad. Así, como lo ejemplifica Laplace, si entre los tipos desordenados de un taller de imprenta se encuentra formada la palabra 'constantinopla', se infiere que fue un hombre quien dispuso intencionalmente tal ordenación; pero esto no excluye enteramente la posibilidad de que se hubiese formado al azar, sólo que su probabilidad es la de un caso entre las 21 035 720 123 168 587 776 combinaciones posibles de 14 letras. Por lo tanto, otro fundamento de la inducción es el *principio de eliminación,* según el cual la posibilidad de que una inferencia se cumpla queda expresada por la diferencia entre la certeza —o sea, la unidad— y la probabilidad de que

[2] Jeffreys, *op. cit.,* págs. 1-7.

[3] André Lalande, *Las teorías de la inducción y de la experimentación,* Buenos Aires, Editorial Losada, 1944; págs. 242 y sig.

los resultados observados se produzcan si esa inferencia es falsa. En el caso ejemplar de Laplace, la probabilidad de que haya sido un hombre el autor intencional de la formación de la palabra 'constantinopla' es de 21 035 720 123 168 587 775 casos ciertos entre los 21 035 720 123 168 587 776 casos posibles y, en consecuencia, se debe eliminar la falsedad de tal inferencia.[4]

Por otra parte, cuando una inferencia inductiva es comprobada reiteradamente por los resultados de un número suficiente de experimentos, se le considera como válida para todos los casos restantes aún no experimentados. Esta consideración se apoya en la postulación de que todo lo que ha transcurrido siempre de cierta manera, seguirá transcurriendo igual en el futuro. Pero esta postulación es enteramente relativa, porque no sólo se tiene la posibilidad de que esta uniformidad se rompa, sino que, de hecho, ella es negada por el propio desarrollo de los procesos existentes. En consecuencia, el tercer fundamento de la inducción se tiene que expresar en forma condicional, como *principio de generalización:* la relación que expresa el desarrollo observado para un proceso tiene validez cognoscitiva para los acontecimientos futuros, hasta en tanto no se presente alguna consecuencia que modifique dicha relación. Queda enteramente claro que la conclusión de una inferencia inductiva se mantiene en el dominio de lo problemático.[5]

En general, todo proceso se manifiesta como un resultado de influencias y condiciones que se conjugan de un modo complicado. Pero, en todo caso, la conexión de causalidad o el conjunto de condiciones que producen un efecto manifiesto, se debe indagar entre las manifestaciones que lo anteceden y las que coexisten con dicho efecto. Entonces, primero es necesario distinguir entre sí a las manifestaciones coexistentes, determinándolas por separado como resultado de su análisis. Luego, es indispensable destacar los enlaces primarios entre las diversas manifestaciones que se presentan simultáneamente, lo mismo que entre éstas y las manifestaciones que las han precedido. Con apoyo en tales enlaces se establecen hipotéticamente relaciones de causalidad entre las manifestaciones presentes y entre éstas y las antecedentes. Estas relaciones causales de posibilidad se construyen conforme a la hipótesis de trabajo de que

[4] Lalande, *op. cit.,* págs. 343-347.
[5] Lalande, *op. cit.,* págs. 248-250.

las mismas causas producen los mismos efectos; aun cuando el mismo efecto no siempre es producido por las mismas causas, ya que puede haber causas diversas que produzcan un mismo efecto. Sin embargo, en cada caso concreto el número de causas posibles que se toman en cuenta, es finito; y, además, el carácter de cada uno de los antecedentes y de cada una de las manifestaciones simultáneas que se consideran como causas, se llega a definir con tal precisión que, finalmente, se determinan definidamente como si se tratara de una causa única. Entonces, se acaba por hacer corresponder a cada efecto una sola causa o, más exactamente, con un solo conjunto de antecedentes y coexistencias. Y es justamente cuando se ha alcanzado este nivel de la investigación, que se hace posible extraer una conclusión inferida inductivamente.

La ejecución de una inferencia inductiva produce siempre como conclusión un juicio universal. Para inferir inductivamente es necesario practicar primero un análisis en el seno de la compleja interrelación en que se desenvuelven los procesos, para poder efectuar después la síntesis que se expresa en la conclusión inferida. De esta manera, en la inferencia inductiva se precisa el comportamiento de dos conjuntos de procesos, experimentando con un número suficiente de elementos hasta lograr esclarecer y generalizar la conexión descubierta entre ellos, haciéndola comprender a la totalidad de los elementos de ambos conjuntos. En este sentido, la práctica repetida de experimentos realizados para descubrir las correlaciones que ligan a los conjuntos unos con otros, conduce al convencimiento de que basta con efectuar un corto número de experimentos en condiciones idénticas, para tener base suficiente para descubrir la naturaleza de tales correlaciones.[6] Entonces, lo que se generaliza inductivamente es la relación de mutuo condicionamiento que existe en el desenvolvimiento coexistente y sucesivo entre dos conjuntos de procesos diferentes. Por lo demás, de la misma manera en que una conclusión deducida o transducida puede resultar falsa, aun cuando hayan sido cumplidas las exigencias de la corrección formal, así también, el hecho de que una conclusión haya sido inducida correctamente no es suficiente para garantizar su validez. Porque el único criterio de verdad para toda operación

[6] José Joaquín Izquierdo, *Análisis experimental de los fenómenos fisiológicos fundamentales,* México, Ediciones Ciencia, 1939, pág. xix.

lógica es el de su objetividad, la cual se comprueba por su correspondencia efectiva con los resultados experimentales. Las inferencias inductivas pueden ser de trece tipos: 1) por enumeración completa; 2) por coligación; 3) por reconstrucción; 4) por amplificación; 5) por concordancia; 6) por diferencia; 7) por concordancia y diferencia; 8) por residuo; 9) por variaciones concomitantes; 10) por muestreo; 11) por estadística; 12) por inducción matemática; y, 13) por recursión.

§ 50. Enumeración, coligación, reconstrucción y amplificación

Cuando se parte de todo un conjunto de procesos singulares, tomados uno a uno, para inferir la fórmula general que los comprende, es posible efectuar una inferencia por enumeración completa. Entonces, lo que ya ha quedado determinado particularmente para cada uno de los procesos del conjunto, se establece como conclusión general. Para efectuar este tipo de inferencia, se requiere que el número de elementos del conjunto sea finito y reducido y, además, que se haya determinado efectivamente en cada uno de ellos la propiedad que luego se infiere como propiedad común de todos los miembros del conjunto. En todo caso, la relación enunciada en la conclusión no agrega nada más de lo ya implicado en las premisas; puesto que la conclusión refiere simplemente al conjunto entero, una propiedad que ya ha quedado establecida separadamente para todos y cada uno de sus miembros. Ahora bien, en algunos casos, la conclusión de una inferencia por enumeración completa puede ser un juicio universal con pocas excepciones. Un ejemplo de eso lo tenemos en el examen exhaustivo que se ha hecho de los sustantivos de la lengua castellana, para llegar a inducir como conclusión la regla gramatical enunciada en el juicio siguiente: 'Todos los sustantivos castellanos terminados en *or* son masculinos, salvo *flor* y *labor,* que son femeninos, y *calor, color* y *sabor,* que admiten los dos géneros.'

La inferencia por coligación permite establecer una relación general que se encuentra implícita en las propiedades de los elementos de un conjunto. En este caso también se requiere que los elementos del conjunto puedan ser determinados uno por uno.

Pero, a diferencia de lo que ocurre en la inducción por enumeración, en la inferencia por coligación es necesario hacer la determinación de una manera ordenada. Lo que se obtiene como conclusión de una inferencia por coligación es la formulación de una propiedad del conjunto, considerado como un todo, con base en las propiedades determinadas en sus elementos. Por consiguiente, la conclusión no es un juicio universal con respecto a los miembros del conjunto, sino un juicio singular en el cual se expresa una propiedad del conjunto considerado como una unidad. Por ejemplo, cuando Juan Sebastián Elcano terminó el viaje de circunnavegación iniciado por Magallanes, recorriendo la tierra en un mismo sentido, hasta volver al punto de partida, se pudo establecer rigurosamente la conclusión inductiva por coligación de la esfericidad de nuestro planeta.

La inferencia por reconstrucción es la que establece una relación ya desaparecida, con base en los documentos, registros, testimonios y otros indicios que subsistan, mismos que son considerados como pruebas de la existencia de un hecho o, por lo menos, como huellas que hacen probable su existencia pasada. De esa manera, las consecuencias son los indicios que sirven como punto de partida, en tanto que lo inducido es el hecho reconstituido. Entre las inferencias que se establecen para reconstruir, se presentan muchas posibilidades de cometer equivocaciones y, por supuesto, con un solo error que se cometa puede quedar invalidada la cadena entera de razonamientos. Además, aunque los testimonios conservados sean numerosos, generalmente no son completos y, por lo tanto, es necesario suplir los datos que faltan por medio de conclusiones inferidas por analogía. La reconstrucción inductiva se utiliza principalmente en la historia, la arqueología, la geología, la paleontología, la cosmología, la jurisprudencia y las averiguaciones judiciales; y, por ende, los elementos en que se basa una inducción por reconstrucción son de lo más variado. En todo caso, dichos elementos tienen que ser sometidos previamente a una crítica rigurosa, para determinar su origen, su autenticidad, su admisibilidad, su veracidad, su exactitud, su valor testimonial y su significado objetivo. Y sólo después de haber sufrido ese examen, es que la interpretación lógica de esos elementos puede servir como fundamento para establecer las inferencias reconstructivas que permitan explicar y comprender los hechos pasados.

Cuando se parte de un grupo de procesos singulares, tomados uno a uno, para inferir una fórmula general que los vincule y, a la vez, incluya a todos los demás procesos del mismo conjunto, aun cuando no se hayan experimentado, entonces, es posible efectuar una inferencia por inducción amplificadora. Así, se pasa del conocimiento de lo que sucede en un cierto número de casos al conocimiento del caso general. Entonces se tiene que el conocimiento de cada uno de los procesos considerados por separado es menos general que la fórmula de conjunto a la cual se llega como conclusión; y, también, que la suma de los conocimientos de que se parte es menos general que dicha fórmula. Mediante la inferencia por amplificación, la relación expresada en las premisas es formulada en la conclusión como una relación correspondiente al conjunto entero, el cual puede tener un número finito, indefinido o, inclusive, infinito de elementos. En cierto sentido, la inferencia por amplificación es un caso especial de la inferencia por analogía, puesto que la relación encontrada para un grupo de elementos del conjunto es transladada, por analogía, al conjunto total. De esa manera, a través de la inferencia amplificadora, se pasa del conocimiento particular de lo que ocurre en un número reducido de casos, al conocimiento del caso general.

Existen algunas formas de la inferencia amplificadora que se pueden expresar con precisión. Así, la repetición de experiencias singulares en las cuales se manifiesta la relación entre dos propiedades, conduce a la formulación de los juicios particulares respectivos, mismos que luego permiten establecer como conclusión un juicio universal indefinido referido a los mismos términos. Entonces, de un juicio conjugante, uno de discordancia y otro de discordancia inversa, es posible inducir un juicio de inclusión. Igualmente, de un juicio discordante, uno discordante inverso y otro heterofático, se puede inferir por amplificación un juicio de incompatibilidad. De un juicio conjugante, uno de discordancia y otro de heterófasis, se obtiene como conclusión un juicio de implicación inversa. Y, de un juicio conjugante, uno de discordancia inversa y otro de heterófasis, se concluye un juicio de implicación. Como ejemplo tenemos la inferencia siguiente:

Premisa: Algunas palabras agudas no son graves *(Discordancia).*

Premisa: Algunas palabras graves no son agudas *(Discordancia inversa).*

Premisa: Algunas palabras no son agudas ni graves *(Heterófasis).*
Conclusión: Ninguna palabra aguda es grave *(Incompatibilidad).*

Por otra parte, cuando se verifica el cumplimiento simultáneo de dos juicios universales indefinidos, entonces se puede inducir por amplificación un juicio universal definido. De ese modo, la conjugación de un juicio de inclusión con uno de incompatibilidad, permite inferir un juicio de exclusión. A su vez, un juicio de implicación y uno de implicación inversa llevan a inducir por amplificación un juicio de reciprocidad. Por ejemplo:

Premisa: Todo organismo vivo que no se reproduce por isogamia, se reproduce por heterogamia *(Inclusión).*
Premisa: Ningún organismo vivo que se reproduce por isogamia, se reproduce por heterogamia *(Incompatibilidad).*
Conclusión: Un organismo vivo se reproduce por isogamia si, y sólo si, no se reproduce por heterogamia *(Exclusión).*

En fin, cuando se han podido establecer juicios de las cuatro formas particulares con respecto a los mismos dos términos, entonces se puede concluir como posible un juicio de pantáfasis. Por ejemplo:

Premisa: Algunos números racionales enteros son positivos *(Conjunción).*
Premisa: Algunos números racionales enteros no son positivos *(Discordancia).*
Premisa: Algunos números racionales positivos no son enteros *(Discordancia inversa).*
Premisa: Algunos números racionales no son enteros ni positivos *(Heterófasis).*
Conclusión: Los números racionales son enteros y positivos, o son enteros pero no positivos, o son positivos sin ser enteros, o bien, no son enteros ni positivos *(Pantáfasis).*

§ 51. Concordancias, diferencias, residuos y concomitancias

Cuando en dos o más casos de ocurrencia de un proceso se tiene solamente un factor común, entonces este factor en el cual concuerdan forma parte de la causa del proceso o es uno de sus efec-

tos.[7] Por lo tanto, si en un experimento se establecen las condiciones, *a, b, c, d,* obteniéndose como resultado la presencia de los procesos *w, x, y, z.* Y en otro experimento en que se parte de las condiciones *a, e, f, g,* se logra la presencia de los procesos *t, u, v, x.* Y en un tercer experimento, la presencia de las condiciones *a, h, i, j,* produce la presencia de los procesos *q, r, s, x.* Y así se consigue ejecutar los más variados experimentos conducentes a la presentación del proceso *x,* observándose en todos ellos la condición común *a,* entonces se infiere inductivamente por concordancia la conclusión de que entre la condición *a* y el proceso *x* existe una relación de causalidad, ya sea de sucesión recíproca o de coexistencia necesaria. En cambio, entre las otras condiciones y los otros procesos resultantes no se puede inferir relación alguna. Sin embargo, la eliminación que se va consiguiendo de las condiciones no conectadas causalmente con el proceso en cuestión, contribuye indudablemente a la determinación del proceso inferido. Ahora bien, la inferencia por concordancia únicamente produce la conclusión de que dos procesos coexisten o se suceden constantemente o, lo que es lo mismo, que se encuentran ligados por una uniformidad; pero sin que quede determinado el tipo concreto de relación de uniformidad de que se trate.[8] Por otra parte, la inferencia por concordancia también produce una conclusión negativa importante: cualquier condición que no sea común a todos los casos de presencia de un proceso, no puede estar relacionada con este proceso de manera causal, ni por sucesión ni por coexistencia necesaria.[9]

Cuando entre un caso de presencia de un proceso y otro caso de ausencia del mismo proceso, son comunes todos los factores condicionantes con excepción de uno que está presente sólo en el primer caso, entonces este factor en el cual difieren forma parte de la causa del proceso o es uno de sus efectos.[10] De este modo, si en un experimento se parte de las condiciones *a, b, c, d, e, f,* ob-

[7] John Stuart Mill, *Sistema de lógica inductiva y deductiva,* Madrid, Daniel Jorro, 1917, págs. 366-369.

[8] Porfirio Parra, *Nuevo sistema de lógica inductiva y deductiva,* México, Librería de la Vda. de Ch. Bouret, 1921, págs. 343-345.

[9] Morris R. Cohen y Ernest Nagel, *An introduction to logic and scientific method,* Nueva York, Harcourt, Brace and Company, 1934; pág. 255.

[10] Stuart Mill, *op. cit.,* págs. 369 y sig.

teniéndose como resultado la presencia de los procesos *u, v, w, x, y, z.* Y en otro experimento en que se establecen las condiciones *b, c, d, e, f,* se logra únicamente la presentación de los procesos *u, v, w, y, z.* Entonces se infiere inductivamente por diferencia la conclusión de que entre la condición *a* y el proceso *x,* existe una relación de causalidad que puede ser de mutua sucesión o de coexistencia necesaria; o sea, que cuando una condición no se puede eliminar sin que desaparezca el proceso, entonces entre dicha condición y este proceso existe una consecución recíproca. Mientras que de las otras condiciones no se puede inferir relación alguna con el proceso *x.* No obstante, la eliminación que se hace de dichas condiciones como posibles causas del proceso investigado, contribuye a su determinación concluyente. Ahora bien, la inferencia por diferencia produce simplemente la conclusión de que dos procesos se suceden o coexisten constantemente o, lo que es lo mismo, que se encuentran enlazados por una uniformidad, aun cuando no queda esclarecido el tipo concreto de esta relación. Además, la inferencia por diferencia requiere una precisión considerable en la determinación unívoca de la condición distinta, para evitar la confusión de introducir implícitamente algún otro factor que no opere realmente como causa.[11] Por otro lado, la inferencia por diferencia produce igualmente una conclusión negativa: cualquier condición que no se presente siempre que se provoca la presencia de un proceso, no puede estar relacionada causalmente con este proceso en forma necesaria, ni por sucesión ni por coexistencia.[12]

Para superar las limitaciones inherentes a las operaciones de inferencia por concordancia y por diferencia, se recurre a la combinación de ambas operaciones. Así, cuando entre dos o más casos de ocurrencia de un proceso se tiene únicamente un factor común, mientras que en otros casos de ausencia del proceso existe la coincidencia de que falta ese mismo factor común, entonces, este factor en el cual concuerdan positiva y negativamente los dos grupos de casos considerados forma parte de las condiciones causales del proceso en cuestión o es una de sus consecuencias.[13] De esta manera, si en un experimento se establecen las condiciones *a, b, c, d,* lográn-

[11] Parra, *op. cit.,* págs. 438 y sig.
[12] Cohen y Nagel, *op. cit.,* pág. 259.
[13] Stuart Mill, *op. cit.,* págs. 370 y sig.

dose la presencia de los procesos *w, x, y, z;* si en un segundo experimento se parte de las condiciones *a, e, f, g,* obteniéndose como resultado la producción de los procesos *t, u, v, x;* si en un tercer experimento en que se tienen las condiciones *b, c, h, i,* se consigue el resultado de la presentación de los procesos *p, q, r, s;* y, si en un cuarto experimento se parte de las condiciones *h, i, j, k,* y se producen los procesos *t, v, w, z;* entonces, se infiere que entre la condición *a* y el proceso *x,* existe una relación de causalidad, bien sea de sucesión mutua o de coexistencia necesaria. Así, al observar que *x* se produce simultáneaemente con *a,* se infiere la hipótesis de la existencia de un enlace recíproco; y, luego, cuando la supresión de la condición *a* coincide con la ausencia de *x,* se obtiene una contraprueba de la veracidad de dicha hipótesis, cuando menos como una solución preliminar. Además, la conclusión se apoya enteramente en la ley de causalidad, porque esta combinación de operaciones inductivas produce una doble concordancia: la concordancia de presencia y la concordancia de ausencia. Por lo demás, la conjugación de concordancia y diferencia sirve principalmente para proseguir la eliminación de las condiciones que no se encuentran ligadas causalmente con el proceso investigado. Pero, con todo, la inferencia por concordancia y diferencia, sólo permite la conclusión de que dos procesos coexisten o se suceden necesariamente, sin que quede determinado aún el tipo de relación de uniformidad de que se trate concretamente en el caso estudiado.[14]

Cuando se ejecutan experimentos en los cuales ya se tienen conocidas las relaciones de mutua determinación existentes entre una parte de las condiciones y una parte de las consecuencias obtenidas, entonces, se construye la hipótesis de que entre las condiciones que quedan como residuo no determinado y los procesos producidos también como residuo de los ya determinados, existe una relación de coexistencia o de sucesión.[15] Por lo tanto, si partiendo de las condiciones *a, b, c, d,* se logra la producción de los procesos *w, x, y, z;* y si, por inferencias anteriores, se han determinado conexiones causales entre *a, w,* entre *b, x,* lo mismo que entre *c, z;* entonces, se infiere que la condición *y* antecede o coexiste con el proceso *d.* De otra manera, la inferencia por residuo se puede expresar así:

[14] Parra, *op. cit.,* págs. 345-347.

[15] Stuart Mill, *op. cit.,* págs. 374-376.

si r_1, r_2, r_3 ... o r_n, puede ser la relación causal entre *a, x;* y se descubre que r_1 no es dicha relación causal; entonces, la posibilidad se reduce a que r_2, r_3, r_4, ... r_n, sea la relación causal entre *a, x*. Y de este modo se siguen eliminando las posibles hipótesis, hasta llegar a descubrir la verdadera relación causal. Así, se excluye la consideración de los enlaces ya conocidos, para establecer hipotéticamente una relación causal entre los factores todavía no determinados. En este tipo de inferencia inductiva se eliminan las conexiones causales ya probadas, para seguir adelante en la determinación del proceso estudiado. Ahora bien, al igual que en los casos anteriores, la inferencia por residuos solamente permite concluir la coexistencia o la sucesión probablemente necesaria entre dos procesos distintos, sin que se concrete aún el tipo de relación de uniformidad que los une. Por lo demás, el hecho de excluir abstractamente a los antecedentes ya conocidos como condiciones de los otros procesos, puede producir el grave error de no tomarlos en cuenta como parte de la causa o de las consecuencias del proceso investigado, cuando en realidad sí lo sean. Entonces, la inferencia por residuo produce una conclusión menos precisa y, por consiguiente, plantea la exigencia de establecer inferencias inductivas de otra especie, para profundizar la determinación lograda.

Las inferencias anteriores producen conclusiones puramente cualitativas. Entonces, después de haber descubierto alguna relación de sucesión o de coexistencia entre dos procesos, hace falta avanzar a la fase cuantitativa para precisar la forma y el grado en que varían mutuamente los procesos conectados; o sea, para descubrir el tipo de relación de uniformidad existente entre ellos. Esta precisión cuantitativa se logra mediante la inferencia por variaciones concomitantes. Para ello, se hacen variar las condiciones determinadas en todas las maneras posibles y se observan las variaciones que se producen en los procesos condicionados, ya sea en el mismo sentido de las condiciones o en sentido inverso.[16] Esta concomitancia entre los cambios introducidos en las condiciones y los cambios resultantes en las consecuencias permite inferir el tipo de conexión determinista que los liga. Por otra parte, la inferencia por variaciones concomitantes hace posible el descubrimiento de relaciones

[16] Stuart Mill, *op. cit.*, págs. 376 y sig.

de causalidad entre procesos que persisten siempre; de tal modo que sólo se puede hacer aumentar o disminuir su intensidad, sin que sea posible lograr su ausencia en caso alguno. Además, la inferencia por concomitancia sirve también para descubrir los puntos críticos de variación cuantitativa de las condiciones, en los cuales se producen transformaciones cualitativas en las consecuencias; y, recíprocamente, los puntos nodales de variación cualitativa de las condiciones que señalan conversiones cuantitativas en los procesos resultantes. En consecuencia, la concomitancia de las variaciones constituye la forma más elevada de la inferencia inductiva; y su reiteración produce el avance en la precisión de la relación determinada, tanto en amplitud como en profundidad.

§ 52. Muestreo y estadística

La mera repetición de casos en los cuales se verifique de modo determinado un proceso no siempre constituye el fundamento para establecer una inferencia, ni tampoco sirve para comprobar con rigor una conexión inferida con anterioridad. Porque las verificaciones así efectuadas constituyen sólo una parte de los casos posibles. En cambio, cuando se logra obtener una muestra inalterada de un conjunto de procesos, entonces se puede establecer una generalización válida partiendo de un grupo reducido de los elementos del conjunto. La muestra inalterada es sencillamente un grupo típico de los elementos del conjunto, es decir, un grupo en el cual se cumplen las mismas condiciones determinantes que existen en la totalidad del conjunto, sin que sufran alteración alguna por la reducción del número de elementos. De este modo, la muestra se comporta exactamente igual que el conjunto entero y, por ello, es representativa de las propiedades del conjunto. La inferencia por muestreo es una inducción amplificadora en la cual se selecciona el grupo de casos que se toma como base, de tal manera que constituya una muestra típica del conjunto entero. Así, las relaciones que se cumplen en el subconjunto constituido por la muestra se consideran, por analogía, como propiedades del conjunto entero. Como es fácil advertir, el problema radica en descubrir la manera de obtener, en cada caso, una muestra que efectivamente se mantenga inalterada al quedar segregada del conjunto. Y, en general,

esa manera de obtener la muestra tendrá que apoyarse, como toda operación inductiva, en un cierto grado elevado de probabilidad.[17]

Para ejemplificar los modos de obtención de las muestras, vamos a presentar a continuación un caso esquemático y muy simple. De una urna que contiene 4 bolas negras y 2 bolas blancas, se van a extraer 3 bolas a la vez, para anotar el resultado y luego devolverlas a la urna; después de mezclarlas, se extraen nuevamente 3 bolas, se registra el resultado y se introducen de nuevo a la urna y, así, se repite la operación indefinidamente. En este caso, como conocemos previamente el contenido de la urna, podemos calcular que únicamente tendremos 20 combinaciones distintas de las 6 bolas, en grupos de 3 bolas cada uno. En efecto, representando las bolas negras por n_1, n_2, n_3 y n_4; y las bolas blancas por b_1 y b_2; tendremos las siguientes combinaciones:

$n_1 n_2 n_3$	$n_1 n_3 n_4$	$n_1 n_4 b_2$	$n_2 n_3 b_2$	$n_3 n_4 b_1$
$n_1 n_2 n_4$	$n_1 n_3 b_1$	$n_1 b_1 b_2$	$n_2 n_4 b_1$	$n_3 n_4 b_2$
$n_1 n_2 b_1$	$n_1 n_3 b_2$	$n_2 n_3 n_4$	$n_2 n_4 b_2$	$n_3 b_1 b_2$
$n_1 n_2 b_2$	$n_1 n_4 b_1$	$n_2 n_3 b_1$	$n_2 b_1 b_2$	$n_4 b_1 b_2$

Estas combinaciones se pueden agrupar en tres clases: *1)* cuatro casos en que todas las bolas son negras; *2)* doce casos en que dos bolas son negras y una es blanca; y *3)* cuatro casos en que dos bolas son blancas y una es negra. Por lo tanto, tenemos la probabilidad de que, cada cinco veces en que se extraiga un grupo de tres bolas, una vez se tendrán sólo bolas negras, otra vez se sacarán dos bolas blancas y una negra, y, finalmente, tres veces se obtendrán dos bolas negras y una blanca. Pues bien, este último caso, más frecuente, constituye una muestra típica inalterada del conjunto. Y, como en rigor se debe suponer que se desconoce el número total de bolas contenidas en la urna, la conclusión es la de que se tienen dos terceras partes de bolas negras y una tercera parte de bolas blancas; tal como sucede efectivamente en este caso. Lo anterior se puede expresar en la siguiente fórmula: si se tiene que cierta proporción r por ciento, de la muestra P, tiene la propiedad q; y, además, se tiene que P es una muestra inalterada del conjunto M; entonces, probablemente y de modo aproximado, la

[17] Cohen y Nagel, *Logic and scientific method,* ed. cit., págs. 279-281.

misma proporción, *r* por ciento, del conjunto *M* tiene la propiedad *q*.[18]

Cuando dos o más procesos tienen una propiedad en común, entonces son análogos con respecto a esta propiedad; y la propiedad común es una analogía entre ellos. Entre un mismo grupo de procesos habrá en general más de una analogía. El conjunto de analogías que ya han sido determinadas constituirá el grupo de analogías conocidas; y la totalidad de analogías determinadas o no, que enlacen a dos o más procesos formará el grupo de analogías existentes. Pues bien, el grupo de analogías conocidas siempre tendrá un número menor de elementos que el grupo de las analogías existentes; porque siempre se tendrá la posibilidad de descubrir nuevas analogías. Por otra parte, cuando se determina una analogía nueva para una colección reducida de procesos, entonces, dicha analogía se puede extender con probabilidad para los otros procesos que ya son análogos respecto a otras propiedades aun cuando todavía no se haya comprobado esto. Esta operación es justamente el razonamiento por analogía, que se puede expresar por medio de la siguiente fórmula esquemática: si se tiene que los elementos de un conjunto *M* son análogos con respecto a las propiedades *a, b, c, d, g, h;* y luego se encuentra que una colección reducida de elementos del conjunto también muestra analogía en relación con la propiedad *s;* entonces, se considera que probablemente todos los elementos del conjunto *M* son análogos con respecto a la propiedad *s*.[19]

Los datos estadísticos y las operaciones que se ejecutan con ellos, representan determinaciones cuantitativas acerca de clases o conjuntos, pero no respecto a sus elementos considerados individualmente. Con los datos estadísticos obtenidos y clasificados, se pueden hacer inferencias inductivas por enumeración completa o por muestreo, según que dichos datos se refieran a la clase entera o solamente a una muestra representativa. La inferencia estadística se realiza con base en la regularidad de los grupos estudiados estadísticamente y mediante la ejecución de las operaciones que se encuentran formuladas en el cálculo de las probabilidades. Dicha regularidad de las propiedades estadísticas se ha obtenido expe-

[18] Cohen y Nagel, *op. cit.*, págs. 284-286.
[19] Cohen y Nagel, *op. cit.*, págs. 286-288.

rimentalmente y puede ser verificada de la misma manera en cualquier momento. Por supuesto, el cálculo de las probabilidades y las operaciones que se ejecutan con base en dicho cálculo, comprenden muchos conceptos, relaciones y transformaciones sobre los cuales no entraremos aquí en detalle. En cambio, es indispensable advertir que los resultados obtenidos mediante las inferencias estadísticas no representan las únicas conclusiones posibles acerca de los problemas investigados, independientemente de que pueda resultar impresionante el aparato matemático de la metodología utilizada. En rigor, las transformaciones y reducciones estadísticas que se ejecutan, coadyuvan a la interpretación y la comprensión de los datos manejados, muchas veces de un modo considerable. Pero, en todo caso, el investigador debe procurar que su empleo de la estadística no se convierta en un mero automatismo, ya que entonces lo puede conducir fácilmente a resultados erróneos o absurdos. Sobre todo, lo más importante es que nunca se pretenda sustituir la inteligencia y la imaginación racional con las técnicas estadísticas.

§ 53. Inducción matemática y recursión

La inferencia por inducción matemática se realiza determinando las características de un elemento cualquiera de un conjunto desordenado, para poner de manifiesto que dicha determinación es repetible para cualquier otro elemento del mismo conjunto. De esa manera, se establece con exactitud el elemento típico de un conjunto, definiendo con precisión sus características. Así se determina alguna propiedad de una figura geométrica o una operación con respecto a una magnitud, generalizándola de inmediato para cualquiera otra figura o magnitud de la misma clase. Por ejemplo, en la geometría elemental se establece una cierta propiedad con respecto a un triángulo cualquiera dibujado arbitrariamente, pero que cumpla con las condiciones impuestas por el problema; esto es, que sea simplemente un triángulo, que sea rectángulo, que sea isósceles, que sus tres ángulos sean agudos, etcétera. Como dicho triángulo es uno cualquiera de los elementos de la clase de triángulos considerada, entonces la propiedad así establecida no se refiere exclusivamente a la figura dibujada y utilizada concretamente, sino también a todas las otras figuras que cumplan con las mis-

mas condiciones y que, por ende, pertenezcan a la misma clase de triángulos. En consecuencia, la propiedad se generaliza a toda la clase, mediante una inferencia por inducción matemática. Como ilustración, podemos considerar alguno de los teoremas demostrativos que figuran en los *Elementos* de Euclides. Por ejemplo, el teorema: "Si en un triángulo, el cuadrado de uno de los lados es igual a los cuadrados de los restantes lados, el ángulo comprendido por esos dos lados restantes del triángulo es recto",[20] se demuestra mediante una cadena de inferencias deductivas. Pero, dicha demostración establecida para un triángulo cualquiera, se generaliza por inducción matemática para todos aquellos triángulos en los cuales el cuadrado de un lado sea igual a los cuadrados de los lados restantes, independientemente de las dimensiones de los lados y de la magnitud de sus otros dos ángulos.

La inferencia por recursión se ejecuta con respecto a un conjunto cuyos elementos constituyan una sucesión ordenada, mostrando entonces que la relación entre dos elementos sucesivos cualesquiera se cumple igualmente para el conjunto entero. Así, la demostración de que una propiedad pertenece a un elemento cualquiera del conjunto, supone la demostración de dicha propiedad para todos los elementos anteriores y, luego, al demostrar que también se cumple para el elemento siguiente, queda demostrado que dicha propiedad pertenece igualmente a todos los elementos del conjunto. Por ejemplo, si una propiedad se cumple para los primeros números naturales y, además, al establecer su cumplimiento para otro número natural cualquiera n, se demuestra que también se cumple para el número natural siguiente $(n + 1)$, entonces queda demostrado que esa propiedad se cumple para todo número natural. De ese modo se puede establecer la validez del teorema que expresa cómo para todos los valores enteros y positivos de n se cumple la siguiente relación: $1 + 3 + 5 + 7 + \cdots + (2n - 1) = n^2$. Porque, efectivamente, se cumple para el caso en que n sea igual a 1. Ahora, si se cumple para un valor cualquiera de n, también se cumple para el valor de $(n + 1)$, ya que si se agrega a ambos miembros de la ecuación el término siguiente, o sea:

[20] Euclides, *Elementos*, traducción de Juan David García Bacca, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1944, Teorema I.48, Libro Primero, págs. 116-119.

$$2(n + 1) - 1 = (2n + 2 - 1) = (2n + 1)$$

se tiene:

$$1 + 3 + 5 + 7 + \cdots + (2n - 1) + 2(n + 1) - 1 = n^2 + (2n + 1)$$

pero el segundo miembro no es otra cosa que el desarrollo del cuadrado de $(n + 1)$; esto es, que: $(n + 1)^2 = n^2 + 2n + 1$; y, por lo tanto, queda:

$$1 + 3 + 5 + 7 + \cdots + (2n - 1) + 2(n + 1) - 1 = (n + 1)^2$$

de donde se concluye que la relación se cumple para el caso de $(n + 1)$; y, por consiguiente, es válida para todos los números enteros y positivos.[21]

§ 54. Síntesis dialéctica de inducción y deducción

Entre las inferencias inductivas y las deductivas existe una correspondencia recíproca tan estrecha como la que se tiene entre síntesis y análisis. Por una parte, la propia operación inductiva resulta incomprensible si no se le estudia con apoyo en el análisis deductivo. Por otro lado, la operación deductiva tiene que basarse enteramente en una síntesis inductiva. En realidad, en toda determinación se tiene una conjugación de inferencias inductivas con razonamientos deductivos. Lo que se concluye deductivamente sirve de punto de partida para inferencias inductivas y, recíprocamente, la inferencia deductiva está condicionada por la conclusión inductiva que le sirve de base. De este modo, la inducción no es la forma única de la investigación científica, ni tampoco es la predominante. Y lo mismo ocurre con la deducción. Porque es su mutua e inseparable conexión la que permite practicar inferencias válidas.[22] Esta conexión es una interpenetración de opuestos. Ya que deducir es lo mismo que concluir y, por lo tanto, la inducción es una forma

21 Cohen y Nagel, *Logic and scientific method,* ed. cit., pág. 148.

22 Engels, *Dialéctica de la naturaleza,* ed. cit.; Dialéctica y ciencia, páginas 225, 226 y 235.

de la deducción. Pero, al mismo tiempo, inferir no es otra cosa que inducir y, en consecuencia, la deducción es una manera de practicar la inducción. Así, la inducción y la deducción son solamente fases diferentes, pero no separadas, del proceso de investigación. Ahora bien, del mismo modo como la conclusión deducida puede ser falsa —aun cuando cumpla con los requisitos de la corrección formal—, así también, el hecho de que una conclusión inducida se haya obtenido correctamente, desde el punto de vista formal, no es suficiente para garantizar su validez. Porque el único criterio de veracidad para toda operación lógica es el de su objetividad y ésta se comprueba en su correspondencia con los procesos existentes, los cuales son representados por los resultados verdaderos de las inferencias.

En rigor, entre la deducción y la inducción se tiene un conflicto permanente. La inducción se opone a la deducción y, a su vez, la deducción es contraria a la inducción. Mientras la deducción representa el proceso parcial del conocimiento que va de lo general a lo particular, en cambio, la inducción constituye el proceso contrario, ya que parte de lo particular para alcanzar lo general. La deducción tiene como principal problema el lograr la particularización objetiva de aquello que ya se conoce en un nivel general. Para conseguir esto, es necesario analizar de un modo penetrante los procesos concretos, descubriendo en ellos las cualidades peculiares que les son comunes en el nivel general y estudiando cómo se manifiestan en su objetividad y en su especificación. Entonces, se enriquece la generalidad con la adquisición de nuevos elementos particulares o de aspectos distintos de tales elementos, con lo cual se consigue un avance en el conocimiento. Por otra parte, se produce a la vez una importante transformación cualitativa en el proceso del conocimiento. La generalidad, como expresión común de un conjunto de elementos particulares, tiende siempre hacia la abstracción, aunque sólo sea de manera relativa y transitoria. Pero cuando la deducción rinde frutos objetivos en el descubrimiento de la particularización de la generalidad, entonces, se hace concreta y en cierto modo absoluta. La abstracción, como cualidad de la generalidad, desaparece para convertirse en concreción de la misma generalidad. Con esta transformación, el conocimiento vuelve en definitiva al terreno de lo concreto, pero en un plano más elevado que el de la generalidad de la cual se partió.

A su vez, la inducción se ocupa, ante todo, de resolver el problema de generalizar aquello que ya se conoce en un nivel particular. Para resolverlo, es preciso descubrir dentro del aislamiento relativo en que se tiene conocidos a los procesos, cuáles y cómo son los nexos que los unen, o sea, dicho de otro modo, cuáles son las propiedades en que coinciden dichos procesos. Para esto, es indispensable realizar un examen riguroso, en el cual se conjugan y alternan análisis y síntesis diversos. En todo caso, se requiere contar con un número suficientemente grande de elementos particulares ya conocidos, abstrayendo de ellos los aspectos que no son comunes para concentrar toda la atención en los que sí lo son de manera concreta, hasta conseguir dar el paso que va del conocimiento de lo particular al conocimiento de lo general. En este momento, la particularidad se enriquece y se amplía, se extienden las características de la generalidad a los elementos ya conocidos y a otros muchos más todavía desconocidos o sólo conocidos de un modo insuficiente y, sin duda, se hace progresar al conocimiento. Al propio tiempo, también se produce un cambio cualitativo importante dentro del proceso del conocimiento. La particularidad, aun cuando siempre se establece de manera concreta y respecto a elementos concretos, tiende luego a la abstracción, en tanto que destaca relativamente el aislamiento de los procesos y se desarrolla unilateralmente, sin considerar la activa conexión de sus enlaces. Esta abstracción relativa se vuelve concreta en el momento en que se efectúa la generalización inductiva, cuando se enlazan los elementos diferentes, identificándolos por sus cualidades comunes descubiertas en su manifestación concreta. De esta manera, el conocimiento completa un nuevo ciclo, en su interminable recurrencia a la concreción, elevándose a un nivel superior al de la particularidad condicionada anterior.

Ahora bien, la deducción y la inducción constituyen procesos relativamente independientes del conocimiento, que se diferencian completamente entre sí, que se oponen mutuamente y que se superan de modo recíproco, transformándose sucesivamente el uno en el otro. A la vez, la deducción y la inducción se encuentran enlazadas de manera inseparable dentro del proceso cognoscitivo en su conjunto, formando dos fases diversas de un ciclo único. El conflicto que las une como fases opuestas se resuelve continuamente con la extensión y la profundización del conocimiento, con la con-

creción de los resultados que se han hecho relativamente abstractos, con la elevación a planos superiores de la unidad entre lo particular y lo general; con el perfeccionamiento de las técnicas de aplicación de los conocimientos logrados y con el descubrimiento de técnicas nuevas. Sin embargo, la solución de la contradicción entre la fase deductiva y la fase inductiva siempre tiene carácter relativo y transitorio. En el momento mismo en que se consigue su unidad, se manifiesta nuevamente su conflicto permanente, sólo que en otras condiciones y planteado en términos distintos. Esta nueva lucha se desarrollará, a su vez, hasta conducir al momento de la oposición extremada, por la cual surgirá una nueva solución con la conjugación de las fases contradictorias en una unidad superior; esta última mostrará, asimismo, su propio conflicto interno, desenvolviéndose la lucha entre sus términos opuestos hasta conducirlos a su resolución; y, así, sucesivamente. En el desarrollo de todas estas luchas se puede observar cómo las fases opuestas alternan su importancia dentro del conflicto. En ciertas condiciones, la deducción se destaca como el aspecto principal del proceso contradictorio, reduciendo a la inducción a una posición relativamente secundaria. En otros momentos, bajo condiciones también determinadas, es la inducción la que ocupa la posición principal, dejando a la deducción como una función relativamente menos importante. Pero, en todo caso, siempre se mantiene la actividad de ambas fases, ya que tanto la deducción como la inducción están presentes a lo largo del curso entero del proceso en que se desarrolla el conocimiento.

Por otra parte, cada una de las dos fases contiene igualmente un conflicto en su interior; y esto, sin considerar el aspecto deductivo de la inducción, ni tampoco el correspondiente aspecto inductivo de la deducción; los cuales se extienden y se enriquecen constantemente por la reiterada interpenetración que experimentan ambas fases en su continuada recurrencia a la unidad. El conflicto interior al cual nos referimos ahora, es el existente entre lo particular y lo general. En la inducción, la particularidad pugna con la generalidad y se desarrolla hasta llegar a convertirse en ella. O sea, dicho de otra manera, que lo particular, como aspecto principal de la contradicción en su comienzo, acaba por quedar colocado en una posición secundaria mientras que, al mismo tiempo, lo general se destaca hasta llegar a ocupar el papel más importante. Por otro

lado, en la deducción es la generalización la que pugna por abrirse paso en la particularidad, hasta conseguirlo en el desarrollo de la lucha entre ambas, cuando se transforma en particularidad concreta. Así, lo general, que ocupa primero la posición principal en el conflicto, termina por quedar desempeñando el papel secundario, en tanto que lo particular se pone cada vez más al descubierto, hasta llegar a mostrarse como el aspecto de mayor importancia.

La solución relativa de los conflictos interiores que son inherentes a la inducción y a la deducción, se logra por la conciliación y la superación de sus dos términos contrapuestos, comprendiendo a la oposición entre ellos en una síntesis dialéctica. Igualmente, el conflicto entre la deducción y la inducción se resuelve en una síntesis dialéctica que las unifica de manera transitoria y relativa, para mostrar de inmediato su lucha en un nivel distinto. A más de esto, la tesis constituida por la fase deductiva y su correspondiente antítesis, la fase inductiva, han quedado conciliadas y superadas, junto con la contradicción que las separa y las une a la vez, en la síntesis del método materialista dialéctico. La fase inductiva incluye, originalmente, las operaciones necesarias para efectuar inferencias racionales a partir de los datos suministrados por la experiencia. A la vez, en la fase deductiva se tienen, primero, las operaciones necesarias para practicar inferencias racionales partiendo de elementos también racionales. En cambio, con el método materialista dialéctico se logra el enlace objetivo entre la experiencia y la racionalización de la experiencia, entre la racionalidad y la experimentación del razonamiento, entre la práctica y la teoría y entre la teoría y la práctica. Por medio del método materialista dialéctico se alcanza la superación de los resultados de la actividad experimental en la formulación racional de las teorías y, a la vez, la subsecuente elevación de los resultados teóricos, con su comprobación en los experimentos científicos y su enriquecimiento en las diversas formas de la actividad social práctica. De esta manera, el conocimiento científico se muestra como un desenvolvimiento cíclico de experimentación y racionalización, por el cual se superan considerablemente, se acrecientan y extienden los resultados ya logrados y se descubren otros procesos antes desconocidos o nuevos aspectos de los procesos conocidos.

Además de esta complementación recíproca entre la teoría y la práctica, el método materialista dialéctico sintetiza la oposición mu-

tua de lo particular con lo general. Con la aplicación fecunda de la dialéctica materialista, lo general no sólo se concreta en lo particular, sino que intensifica su generalidad. Y, a su vez, lo particular no viene solamente a concretarse en lo general, sino que extrema su particularidad con el método dialéctico objetivo. En otro sentido, la deducción es la expresión instrumental del estudio cualitativo de las cantidades, como nota característica de la ciencia antigua. Por su parte, la inducción representa la expresión operativa del estudio cuantitativo de las cualidades, el cual constituye un carácter destacado de la ciencia moderna. Pues bien, en este sentido, la dialéctica materialista corresponde de manera explícita y propia al estudio de la transformación de la cantidad en cualidad y de la mutua conversión de cualidad en cantidad, que caracteriza acusadamente a la ciencia contemporánea. Por otro lado, la dialéctica materialista supera con su método, en definitiva, la unilateralidad y la relativa abstracción tanto del método deductivo como del método inductivo y del método deductivo e inductivo, porque reproduce en su integridad al desarrollo concreto de los procesos objetivos, dentro del desenvolvimiento del conocimiento.

XI. TEORÍA DE LA PREDICCIÓN

§ 55. Función de la predicción

La predicción de los acontecimientos futuros es el resultado de una inferencia, o de un grupo de inferencias, establecido con base en los conocimientos adquiridos acerca del estado presente y de las leyes que gobiernan el comportamiento de un proceso, o conjunto de procesos, extrapolando esos datos hasta un intervalo de tiempo futuro. Por predicción denotamos tanto el proceso de ejecución de la inferencia, o inferencias, como la expresión de su resultado. El objeto de la predicción puede ser un acontecimiento que surgirá en el futuro, la repetición de un acontecimiento ya ocurrido en el pasado, o bien, un acontecimiento que ya esté sucediendo, pero que todavía no sea conocido. En este último caso, la predicción se refiere a alguna de las manifestaciones futuras del acontecimiento respectivo. El acontecimiento previsto puede consistir en la invariancia del comportamiento del proceso o conjunto de procesos, en una transformación de dicho comportamiento, en la desaparición de un cierto proceso, en la producción de algún proceso nuevo, o bien, en cualquier incidente que se pueda llegar a presentar en el desarrollo del proceso o procesos en cuestión.

Uno de los postulados primordiales en que se basa la ciencia, tanto en su conjunto como en cada una de sus disciplinas integrantes, es que el desarrollo de los procesos existentes es predictible y verificable, incluyendo los acontecimientos extremos de su surgimiento y su desaparición. En rigor, la predictibilidad y la consiguiente verificabilidad de las predicciones, se encuentran implicadas de manera necesaria en los conceptos, las hipótesis, las leyes, las teorías, los principios, los modelos y, en general, en cualquier explicación científica. Más todavía, la mera consideración de que fuese imposible hacer predicciones, o de que éstas no se pudieran verificar, equivaldría a negar por completo el conocimiento científico.

§ 56. La predicción implicada en las funciones lógicas

El concepto es la síntesis en la cual se expresan los conocimientos adquiridos acerca de un proceso o grupo de procesos, de alguna de sus propiedades o de una de sus relaciones con otros procesos. Así, el concepto permite comprender mejor los datos conocidos y sirve para descubrir otros aspectos y nuevas relaciones. Muchas veces, tales aspectos y relaciones se encuentran contenidos implícita o explícitamente en la formulación inicial del concepto y, en otros casos, resultan de las sucesivas reformulaciones que van enriqueciendo al concepto en el curso de su desarrollo. Pero, siempre, la condición ineludible para establecer racionalmente una nueva conexión conceptual es la posibilidad de su verificación en la experiencia. Por ende, cualquier ampliación cuantitativa o cualitativa en el contenido de un concepto, tiene que sugerir posibles efectos experimentales. De tal manera que la predicción de esos efectos, que luego deben ser sometidos a la prueba de la verificación, es algo inherente e inseparable del concepto.

Las hipótesis establecidas científicamente, además de ofrecer una explicación suficiente de los hechos a que se refieren, tienen que conducir racionalmente a la predicción teórica de algunos otros acontecimientos. Porque son justamente las consecuencias posibles extraídas de una hipótesis, mediante una o varias predicciones, las que son sometidas después a la prueba del experimento, para poder decidir acerca de la validez de esa hipótesis. Por lo tanto, las hipótesis no sólo deben permitir, sino también facilitar, la ejecución de inferencias que lleven a predecir hechos nuevos, a sugerir nuevas experiencias y a formular nuevas hipótesis. Cuando una hipótesis responde a dichas exigencias, puede servir para orientar el rumbo de las investigaciones subsiguientes, tanto en el terreno de la experiencia como en el dominio del desenvolvimiento racional.

Los cambios y transformaciones que sufren los procesos están regulados por relaciones constantes, a las que denominamos leyes objetivas. Esas regulaciones, cuando son conocidas, se expresan en la forma de proposiciones universales definidas y reciben el nombre de leyes científicas. En muchos casos, las leyes científicas se pueden enunciar en forma de ecuaciones. Cada ley científica expresa una relación necesaria, que se cumple conforme a ciertas condicio-

nes y cuyos efectos se manifiestan en acontecimientos determinados. Los efectos dependen tanto de las leyes como de las condiciones específicas; de tal manera que el cumplimiento de una misma ley produce resultados diferentes —inclusive, resultados opuestos— cuando cambian las condiciones específicas. Por lo tanto —y éste es un conocimiento fundamental que el hombre tiene desde el comienzo de su actividad científica—, aun cuando no se pueden cambiar las leyes, ni tampoco es posible sustraerse a su cumplimiento, sin embargo, sí es factible cambiar las condiciones específicas y obtener consecuentemente otros efectos.

Las leyes no determinan el comportamiento particular de los procesos, sino que lo regulan en condiciones determinadas. Ninguna ley, por sí sola, puede anticipar lo que ocurrirá singularmente a un cierto proceso; es decir, que no permite predecir algún acontecimiento en particular. Lo que sí puede anticipar una ley es lo que sucederá —esto es, el acontecimiento particular que se producirá— cuando se cumplan tales y cuales condiciones. En este sentido, las leyes científicas desempeñan la función de predecir lo desconocido —como son los cambios que se operarán en un proceso— con base en lo conocido, esto es, las condiciones que se han determinado. Así, cuando una ley ha quedado comprobada, explica los procesos que determinaron su formulación y, a la vez, predice el comportamiento futuro de esos mismos procesos y de todos los otros procesos pertenecientes a la misma clase. De esa manera, la generalización de una relación necesaria, expresada a través de una ley científica, constituye una predicción universal dentro del dominio de su cumplimiento.

Las relaciones constantes que regulan los cambios y transformaciones de los procesos existentes, son constricciones en su comportamiento. Sin tales constricciones, el universo sería completamente caótico. La organización de los procesos, sus ordenaciones, sus simetrías, sus interacciones, sus movimientos, junto con las regularidades de su comportamiento y muchas otras modalidades de su existencia, imponen un gran número de constricciones a los procesos. Cada ley científica es, entonces, la expresión determinada de una constricción. Así, por ejemplo, la ley de Newton sobre el movimiento planetario establece que, entre todas las posiciones y velocidades posibles, solamente un pequeño grupo es el que se cumple en la realidad. En este sentido, la ley excluye muchas posiciones y

un enorme número de velocidades de los planetas, prediciendo que nunca se producirán. Por consiguiente, el establecimiento de la ley es una predicción negativa. Por otra parte, la misma constricción inexorable impuesta por la ley científica, aunada al conocimiento de las condiciones específicas, es lo que permite predecir los acontecimientos futuros. En rigor, la posibilidad misma de hacer cualquier predicción implica, ineludiblemente, la existencia de alguna constricción conocida.

Una teoría científica está constituida por un conjunto de leyes ordenadas sistemáticamente, que permite explicar el comportamiento de los procesos en un nivel determinado de la existencia. Cuando una teoría se encuentra suficientemente desarrollada es susceptible, en principio, de ser expresada en la forma de un sistema postulativo, con sus correspondientes axiomas, definiciones, reglas de operación y teoremas. Entonces, siempre que la teoría sea completa y se encuentre bien formulada —dentro de las limitaciones insuperables que las pruebas de Gödel y de Cohen han puesto de manifiesto acerca de la completividad y la buena formulación de los sistemas postulativos, tal como se encuentra expuesto en el Apéndice XII—, se desprenden de ella tres consecuencias importantes. En primer lugar, las leyes conocidas se pueden inferir de la teoría, en la forma de teoremas y, además, son susceptibles de verificación experimental. En segundo lugar, la teoría explica las leyes que la constituyen, agregando algo más que no está contenido en las leyes, consideradas por separado, sino únicamente en su conjunto. Por último, la teoría predice y explica por anticipado otras leyes nuevas, o sea, que conduce al descubrimiento de regularidades cuya existencia no se sospechaba antes de que la teoría quedara formulada sistemáticamente.

En rigor, la función principal de una teoría científica consiste en permitir, partiendo de una determinación o una medición inicial efectuada por un investigador, la inferencia o el cálculo de las predicciones concernientes a los resultados de determinaciones o de mediciones ulteriores, ya sea que las ejecute el mismo investigador u otros. Una teoría es científicamente válida cuando explica los procesos ya comprobados dentro de su dominio, lo mismo que los otros procesos pertenecientes al mismo nivel de la existencia, aun cuando todavía no hayan sido experimentados. Lo que es más, cuando se impone la necesidad de formular una teoría de mayor

amplitud, por haberse descubierto hechos que no pueden ser explicados por medio de las teorías establecidas, entonces es indispensable que la nueva explicación teórica, además de explicar los hechos conocidos, entre los cuales están incluidos los que impusieron la necesidad de hacer esa nueva interpretación, también permita la predicción o anticipación teórica de otros hechos y haga posible su verificación experimental.

Los principios científicos expresan aquellas regularidades en el comportamiento de los procesos que se cumplen en varios niveles de la existencia o, inclusive, en el universo entero. Por consiguiente, los principios forman parte integrante de varias teorías científicas, o bien, de todas ellas a la vez. De esa manera, los principios no solamente son elementos constituyentes básicos de las teorías respectivas, sino que permiten diseñar la forma de las leyes —esto es, predecirlas—, hasta en el caso de que los datos experimentales no sean suficientes. En ciertas circunstancias, los principios científicos llegan a servir también para predecir la estructura de las nuevas teorías, cuando se impone la necesidad de establecerlas. En fin, cuando se logra poner de manifiesto el modo específico en que se cumple la regulación expresada por un principio científico en un proceso concreto, entonces es posible obtener mayor información acerca de ese mismo proceso o, por lo menos, es posible predecir con una aproximación muy grande, algunas de sus propiedades que todavía se desconozcan experimentalmente.

Los modelos que se utilizan en la ciencia son representaciones análogas al sistema original que se esté investigando. Por ende, el funcionamiento del modelo tiene que ser equivalente al funcionamiento del original; mientras que los elementos pueden ser completamente diferentes y, de hecho, lo son en la inmensa mayoría de los casos. Los modelos pueden ser físicos o dialécticos. Un modelo físico es un mecanismo existente o proyectado, o bien, es un sistema de procesos existentes o hipotéticos. Un modelo dialéctico es un sistema lógico, descrito en un lenguaje preciso —como es, entre otros, el simbolismo matemático— que sea análogo a un sistema de procesos existentes o hipotéticos. En ambos casos, el funcionamiento del modelo, o las operaciones ejecutadas con él, sirve de base para poner de manifiesto nuevas propiedades posibles del sistema original. Los elementos con los cuales se construye o se diseña un modelo físico, pueden ser tomados de diferentes sistemas o adop-

tados de varias teorías; más todavía, en el modelo se pueden introducir propiedades tecnológicas, las cuales no son consideradas en las teorías. El modelo dialéctico puede ser una teoría ya establecida, pero que corresponda a un sistema diferente; también puede servir como modelo una teoría en desarrollo.

Entre el modelo y el sistema original tiene que haber isomorfismo o, por lo menos, el modelo debe constituir un homomorfismo del sistema original. Dos sistemas son isomorfos cuando una transformación biunívoca de los estados de un sistema en los estados del otro, convierte el comportamiento de este último sistema en un comportamiento equivalente al del primero. El isomorfismo es una propiedad recíproca. Además, puede haber isomorfismo entre más de dos sistemas. Por consiguiente, el sistema original es igualmente un modelo del sistema utilizado como modelo. A la vez, un mismo sistema admite como modelos a todos los otros sistemas que sean isomorfos con el primero. Por otra parte, existe homomorfismo entre dos sistemas, cuando uno de ellos tiene un comportamiento que es equivalente al comportamiento de una versión simplificada del otro sistema. Desde luego, un mismo sistema puede tener varios sistemas homomorfos con respecto a una de sus simplificaciones, o con respecto a simplificaciones diferentes. Los sistemas homomorfos son empleados con frecuencia como modelos, debido a que son menos complicados que el sistema original o que los sistemas isomorfos a éste. Más aún, puede suceder que dos sistemas se encuentren relacionados de tal manera que un homomorfismo de uno de ellos sea isomorfo con respecto a un homomorfismo del otro sistema. En tal caso, uno de esos sistemas también puede servir como modelo del otro. En fin, en muchas ocasiones se pueden utilizar simultáneamente dos o más modelos de un mismo sistema. Entonces, cuando el investigador llega a una parte en que es difícil trabajar con uno de los modelos, puede suceder que la parte correspondiente de otro modelo sea más fácil de entender, de manejar o de investigar.

El funcionamiento del modelo, o la ejecución de operaciones en el modelo, permite advertir propiedades que luego, mediante un razonamiento analógico, son sugeridas como propiedades del sistema original. El razonamiento por analogía, basado en el funcionamiento de un modelo o en el resultado de las operaciones ejecutadas, tiene la ventaja de que permite descubrir propiedades que no

figuran todavía en ninguna teoría. Pero, en todo caso, para comprobar la validez del razonamiento, es necesario someter a verificación experimental la existencia de las propiedades sugeridas por la analogía. De esa manera, los modelos se construyen o se adoptan con el propósito de predecir el comportamiento de los procesos integrantes del sistema original. Todo lo que se hace con el modelo son predicciones. En cierto sentido, un sistema sirve como modelo porque permite formular predicciones. Por lo demás, para predecir es necesario establecer modelos, o bien, adoptar como modelos a teorías existentes o mecanismos ya construidos. En general, cualquier concepto, hipótesis, ley, teoría, principio, explicación o, inclusive, modelo ya establecido, puede servir como modelo o como elemento para configurar un modelo. En todo caso, el cumplimiento de las predicciones formuladas con base en un modelo, es el criterio que permite decidir acerca de la validez de un modelo. Así, cuando la predicción establecida conforme a un modelo no tiene cumplimiento, se hace necesario modificar el modelo. Y, en el caso de que se acumulen varias divergencias entre los acontecimientos previstos y los realizados, o de que esas divergencias se repitan con frecuencia, entonces se adopta o se construye otro modelo.

§ 57. Explicación y predicción

La explicación y la predicción científicas son, simplemente, dos aspectos distintos de una y la misma relación lógica. Dicha relación es la que se establece entre los procesos existentes y su determinación por medio del conocimiento científico. La diferencia consiste principalmente en que, en la explicación, la relación se refiere a la determinación de acontecimientos ya realizados, mientras que, en la predicción, la relación se refiere a la determinación por anticipado, o predeterminación, de acontecimientos que todavía no se realizan. La explicación establece las condiciones y las leyes, es decir, los explicadores necesarios y suficientes para que se produzca, haya resultado o pueda esperarse que ocurra un acontecimiento, que viene a ser el explicando. Los explicadores son, por una parte, acontecimientos particulares y condiciones específicas y, por otra parte, uniformidades o regularidades expresadas por leyes genera-

les. Y el explicando es una consecuencia de los explicadores, considerados en su conjunto. Entonces, cuando conocemos un proceso hasta el punto de haber logrado explicarlo, podemos determinar su comportamiento, tanto en el presente como en el pasado y en el futuro.

En el sentido antes dicho, la predicción consiste en aplicar una explicación determinada a los acontecimientos que se producirán en el futuro. De esa manera, la predicción implica una translación temporal de la explicación establecida, desde un intervalo de tiempo pasado y conocido, hasta otro intervalo de tiempo futuro y por conocer. En todo caso, se considera que, si en ese intervalo de tiempo futuro se cumplen las leyes y se presentan las condiciones que especifican el acontecimiento, entonces dicho acontecimiento ocurrirá conforme a la predicción en cuestión. Como se puede advertir, la posibilidad de efectuar esa translación temporal, sin que se alteren las características de los procesos, ni tampoco el curso de su comportamiento, se apoya en la persistencia de las condiciones y en la invariancia de las leyes ante la translación temporal, como consecuencia de haberse ejecutado una operación de simetría, la cual se basa en la homogeneidad y la congruencia del tiempo. En algunas ocasiones, es posible determinar con precisión el intervalo de tiempo futuro en que ocurrirá el acontecimiento. Pero, en otros casos, el lapso que transcurrirá antes de que se produzca el acontecimiento previsto, queda indefinido cuantitativamente. Sin embargo, en ambos casos se puede tener la confianza de que dicho acontecimiento se producirá tal y como ha sido previsto.

El conocimiento elemental de los cambios que sufren los procesos existentes, se adquiere por medio de la observación. Cuando la observación consiste simplemente en registrar los movimientos y transformaciones percibidas directamente por los sentidos, se consigue establecer determinaciones meramente cualitativas. De esa manera es posible formular predicciones que también son puramente cualitativas, a la vez que indefinidas con respecto al momento en que se realizarán. En cambio, el discernimiento de relaciones cuantitativas en el comportamiento de los procesos y la consiguiente aplicación de los procedimientos de contar y de medir, sirve para establecer determinaciones más precisas y permite hacer predicciones definidas con respecto al momento de su realización. Más aún, el desarrollo de la precisión en los resultados de las mediciones y los

cálculos, trae como consecuencia la posibilidad de determinar con exactitud la reproducción de ciertas condiciones, para provocar un resultado previsto, o sea, el cumplimiento de una predicción.

Con la intervención del investigador en el comportamiento de los procesos, a través del experimento, provocando la presentación de las condiciones necesarias para perturbar dicho comportamiento de un modo definido, se encuentra implicada la realización de una predicción y su cumplimiento consecuente. Además, en el experimento se pueden hacer variar las condiciones, dentro de ciertos límites bastante amplios, haciendo posible la repetición de los procesos o su modificación planeada por anticipado. De esa manera, se tiene la posibilidad de variar ampliamente las predicciones, para someter luego su cumplimiento a la prueba experimental. Con el desarrollo de los procedimientos de medición, el mejor control de las condiciones en que se realizan los experimentos, el empleo creciente de la matemática y el avance de las técnicas experimentales, que permiten amplificar la percepción sensorial y penetrar en aspectos del comportamiento de los procesos que no se manifiestan aparentemente, se han logrado afinar mucho las predicciones, incrementando su exactitud y aproximando su cumplimiento cada vez más a la certeza.

En rigor, el experimento consiste en hacer una intervención planeada en el comportamiento de los procesos, dentro de condiciones controladas por el investigador. Por lo tanto, el experimentador tiene que reflexionar, ensayar, tantear, comparar y conjugar muchos elementos, de muy diversas maneras, para predeterminar las condiciones que sean más adecuadas para la realización del objetivo que persigue. Pero, una vez que consigue predeterminar las condiciones y que logra provocar su presentación, entonces el investigador concentra su atención en los resultados, preocupándose por conocer las perturbaciones que hayan alterado el comportamiento del proceso y por registrar objetivamente su desarrollo, independientemente de las predicciones que haya forjado al principio. Por consiguiente, el experimento está constituido por tres fases principales. La primera consiste en suscitar la presentación de las condiciones objetivas que se han predeterminado. La segunda fase es la de verificar los resultados producidos por el desenvolvimiento del proceso en esas condiciones, independientemente de las predicciones que sirvieron de base para planear el experimento. Y, la

tercera, estriba en comparar los resultados obtenidos efectivamente con las predicciones hechas, para comprobar rigurosamente hasta qué punto y de qué manera se han cumplido.

Descubrir es reconocer la existencia de procesos que no se conocían, o de nuevas propiedades en los procesos ya conocidos, o bien, de alguna nueva relación entre procesos considerados como independientes o vinculados solamente de otra manera. Crear es construir una representación anticipada de la realidad por medio de la imaginación racional. Inventar es concebir y resolver problemas nuevos con respecto a procesos, propiedades o relaciones conocidas de una cierta manera. Sin duda, entre el descubrimiento, la creación y la invención hay tantas coincidencias, que muchas veces es difícil discernir en un caso concreto de cuál de esos actos se trata. En todo caso, el descubrimiento siempre va acompañado por la creación de imágenes racionales y suscita la invención de problemas. A su vez, la creación de representaciones racionales es sugerida por los descubrimientos realizados o por los problemas planteados y, entre otras cosas, suscita la concepción de nuevos problemas y conduce a otros descubrimientos. Ahora bien, la invención y la creación son indudablemente dos formas de la predicción, que se llevan al cabo por medio de la imaginación científica, guiada inteligentemente por la razón y apoyada firmemente en los conocimientos comprobados. En cuanto a los descubrimientos, cuando se ha logrado anticipar teóricamente la existencia de nuevos procesos, de propiedades o de relaciones desconocidas, también se trata ciertamente de otra forma de la predicción. Por lo demás, la predicción de la existencia de nuevos procesos, es menos frecuente que la predicción del comportamiento futuro de procesos ya conocidos.

Hacer una predicción significa conocer algo por anticipado, independientemente de los medios por los cuales se llegue a dicho conocimiento. La predicción se basa en la concepción del mundo establecida por la ciencia y se realiza aplicando el método científico. Cuando los conocimientos adquiridos son ordenados sistemáticamente, entonces es posible insertar después los nuevos conocimientos dentro del sistema, sin que se altere la ordenación; o bien, en caso de producirse, las alteraciones son tan leves que no afectan al sistema en su conjunto. De esa manera, la ordenación establecida por la ciencia es válida para formular predicciones acerca de los acontecimientos futuros, ya sea mediante interpolaciones o ex-

trapolaciones, por la predeterminación de posibilidades o, inclusive, formulando conjeturas. La predicción requiere el reconocimiento de que los acontecimientos futuros son el resultado o la consecuencia del desarrollo de los acontecimientos presentes. Por lo tanto, la predicción es posible mediante el análisis de las condiciones anteriores, tanto presentes como pasadas, y de las leyes que rigen el comportamiento de los procesos, las tendencias de su desenvolvimiento y los cauces de su evolución. En particular, ese análisis de las leyes es el que permite determinar el carácter, la magnitud, la dirección y el sentido de los cambios que habrán de ocurrir en el futuro, en relación con el presente.

§ 58. La predicción apoyada en leyes causales, funcionales y estadísticas

Las leyes científicas determinan el comportamiento de los procesos solamente en condiciones bien definidas y dejando de tomar en cuenta otras muchas condiciones, que son consideradas aleatorias. Por cierto, uno de los descubrimientos fundamentales de una ciencia tan avanzada como lo es la física, ha sido el reconocimiento de la necesidad de especificar con precisión el dominio de las condiciones que son pertinentes para cada clase de procesos. Dentro de una explicación, aquellos elementos que no constituyen las regularidades caracterizadas por las leyes, son denominadas condiciones específicas o, simplemente, condiciones. De esa manera, hasta adonde alcanza el dominio de la explicación, las leyes y las condiciones, conjuntamente, especifican el comportamiento de los procesos. Por supuesto, cada vez que es posible y conveniente agregar una nueva especificación, ésta pasa a formar parte integrante de la explicación, siendo considerada como una condición adicional. Ahora bien, las leyes científicas pueden ser causales, funcionales o estadísticas, según sea el carácter con que hayan sido determinadas las regularidades que las propias leyes expresan. Sólo que, independientemente del carácter que tengan las leyes integrantes de una explicación científica, ésta incluye ineludiblemente a la predicción. Pero la predicción tiene sentido únicamente dentro de una clase definida de procesos, respecto a un cierto conjunto de condiciones y con un grado determinado de aproximación.

Como es sabido, las leyes causales expresan una relación entre dos clases de procesos tal que, la presencia o el surgimiento de un acontecimiento en una de esas clases produce, de manera necesaria y suficiente, la aparición de un acontecimiento determinado en la otra clase, el cual viene a ser un efecto del primer acontecimiento. Cuando las leyes pertinentes son causales, entonces la predicción es una consecuencia lógica inmediata de su aplicación a ciertas condiciones específicas. El carácter causal de las leyes hace que las predicciones, o explicaciones en tiempo futuro, queden implicadas biunívocamente por las explicaciones en tiempo presente, con tal que sean suficientemente completas en cuanto a la situación a la cual se refieren. Sin embargo, la certidumbre de la predicción no radica solamente en la corrección lógica de la inferencia, sino que debe ser verificada ineludiblemente en la experiencia al transcurrir el lapso predeterminado, para quedar confirmada. En esas condiciones, la predicción causal consiste en ejecutar una inferencia para extraer una consecuencia particular, partiendo de las premisas que describen una situación concreta, o bien, que constituyen una representación abstracta de la misma.

Las leyes funcionales solamente determinan la coexistencia de dos clases de procesos, entre los cuales se produce alguna interacción. Por lo tanto, únicamente expresan cómo ocurren los acontecimientos y en qué orden, poniendo al descubierto una relación necesaria entre ellos, que se puede enunciar mediante una función matemática: $y = f(x)$. En esas condiciones, la predicción también es inmediata, porque a cada valor de x le corresponde un valor a y, o varios valores, según sea la clase de función de que se trate. De esa manera, conocida la ley funcional que vincula dos o más acontecimientos A y B (o bien A y B_1, $B_2 \ldots$, B_n), entonces se sabe que, si se produce A, necesariamente se producirá B (o bien, B_1 o B_2 o... B_n). El carácter funcional de las leyes hace que las predicciones queden implicadas unívoca o multívocamente por las explicaciones en tiempo presente, siempre que éstas sean suficientemente completas acerca de la situación a la que se refieren. La implicación será unívoca cuando se anticipe la producción de un solo acontecimiento en el futuro; y será multívoca, en el caso de que se pueda producir uno u otro acontecimiento entre varios posibles. No obstante, la certeza de la predicción no radica en la corrección del cálculo de los valores de la función, sino que debe ser sometida

a la prueba de la experiencia, para quedar comprobada. En esas condiciones, la predicción funcional consiste en ejecutar un cálculo para encontrar un valor particular, o los diversos valores posibles, partiendo de los valores que se adjudique a las variables de la función matemática que representa abstractamente la situación concreta.

Las leyes estadísticas expresan una relación estocástica, que determina el comportamiento medio o promedio de una clase de procesos, considerada en su conjunto. Dicho comportamiento corresponde a la conjugación de una multitud de acciones, las cuales son independientes unas de otras y se muestran impredictibles singularmente. El cálculo de esos valores medios se realiza con arreglo a la teoría de las probabilidades y sus resultados permiten hacer la predicción de ocurrencias futuras de ciertos acontecimientos, no con una certeza completa, pero sí con una probabilidad tan elevada que, en muchos casos, equivale prácticamente a la certeza. El carácter estadístico de las leyes hace que las predicciones queden implicadas multívocamente por las explicaciones en tiempo presente, siempre que el conjunto de referencia sea suficientemente grande para que la aplicación del cálculo de las probabilidades pueda considerarse fidedigna. En general, las predicciones estadísticas se hacen con un margen de incertidumbre y se expresan por medio de una función de probabilidad o de un grupo de funciones de probabilidad. Después, cuando las predicciones son sometidas a la prueba de la experiencia, se verifica alguna de las posibilidades, dentro de la distribución de probabilidades establecida, convirtiéndose así en certeza para el acontecimiento particular que efectivamente se produce. Pero, en cambio, seguirá subsistiendo cierta incertidumbre acerca de cuál será el acontecimiento que se producirá concretamente en la experiencia siguiente. De esa manera, la predicción estadística consiste en ejecutar un cálculo para encontrar los valores de probabilidad de las diversas alternativas, partiendo de los valores que se adjudiquen a las variables en la función o grupo de funciones de probabilidad, que sirve de medio de expresión a la predicción.

Cuando las leyes causales o funcionales admiten implicaciones unívocas y las condiciones se encuentran bien determinadas, entonces es posible hacer predicciones con la mayor exactitud. En cambio, si las implicaciones que se desprenden de las leyes funcio-

nales o estadísticas son multívocas y las condiciones están determinadas de una manera necesaria, entonces el cumplimiento singular de cada una de las alternativas de la predicción resulta aleatorio, por más que se haya conseguido determinar con toda precisión la probabilidad correspondiente a cada alternativa. En rigor, todas las predicciones científicas son establecidas con cierta probabilidad. Lo que sucede es que algunas predicciones tienen una probabilidad tan cercana a la unidad, que podemos considerarlas como certidumbres, para cualquier propósito científico o práctico; y, por consiguiente, en tales casos le atribuimos un carácter unívoco a la predicción implicada. El grado de conocimiento adquirido sobre el comportamiento de una clase de procesos, nos permite establecer una cierta distribución de probabilidad acerca de los acontecimientos posibles en dicho comportamiento. En muchos casos, como sucede con frecuencia en la física clásica, la amplitud de esa distribución de probabilidad se puede reducir tanto, que resulta despreciable la imprecisión de la predicción. Sin embargo, en otros casos, inclusive dentro de la misma física clásica, la reducción de la distribución de probabilidad tiene límites, que son insalvables de modo transitorio o permanente, con lo cual se hace apreciable la imprecisión de la predicción.

Últimamente, las investigaciones realizadas en el dominio de la cibernética han aportado un nuevo recurso para formular predicciones. Dicho recurso es aplicable a los sistemas relativamente aislados. Un sistema relativamente aislado es aquel que recibe influencia del resto del universo, pero sólo a través de ciertas vías específicas llamadas entradas y que, a la vez, ejerce influencia sobre el resto del universo, pero solamente a través de ciertas vías específicas denominadas salidas. Cuando el estado distinguible presente de cualquiera de las salidas de un sistema relativamente aislado, se encuentra determinado siempre unívocamente por los estados distinguibles pasados y presentes de todas las entradas del propio sistema, entonces se trata de un sistema determinado localmente. Pues bien, en algunas ocasiones, resulta que un sistema determinado localmente sólo es observable de una manera parcial, o sea, que no es posible observar los estados distinguibles presentes en un momento dado en todas sus entradas. En ese caso, el comportamiento del sistema resulta impredictible para el investigador. Pero, entonces se puede utilizar el recurso de considerar que la historia

pasada del sistema ejerce su influencia a través de alguna forma de memoria. En ese caso, la adjudicación de memoria al sistema, como parte de la explicación de su comportamiento, es tanto como admitir que dicho sistema no se puede observar íntegramente. Sin embargo, utilizando ese recurso, el investigador restituye al sistema su cualidad de ser predictible. Por otra parte, a medida que los problemas científicos se hacen más complejos, los cálculos lógicos y matemáticos necesarios para establecer predicciones resultan ser más complicados. Pero, afortunadamente, las computadoras se han convertido en auxiliares sumamente eficientes para la ejecución de tales cálculos. Por otro lado, el desarrollo riguroso del razonamiento por analogía y su utilización como método heurístico, permite establecer predicciones con una probabilidad cada vez mayor y sin tener que pasar analíticamente por todas las etapas lógicas.

En el caso de las llamadas partículas elementales de la microfísica, se ha descubierto y se encuentra determinado con precisión el límite de la predictibilidad, que está expresado en el principio de incertidumbre de Heisenberg. Sin embargo, debido a que esa incertidumbre disminuye con el incremento de la masa, resulta que las partículas pesadas como los bariones, los núcleos y los átomos se encuentran mucho menos afectados por tal limitación; y el comportamiento de las moléculas y otros agregados mayores de partículas, es predictible con una incertidumbre muchísimo menor. En lo que respecta a los procesos de mayores dimensiones, cuyos acontecimientos dependen del comportamiento promedio de un gran número de átomos o moléculas, dichos acontecimientos son predictibles con la precisión que se requiera. Desde luego, la predicción de los macroacontecimientos físicos es mucho más precisa que la predicción de los microacontecimientos. Además, la predicción de los acontecimientos físicos concierne primordialmente a las líneas generales de su desarrollo y los resultados principales de su evolución.

§ 59. La predicción en las ciencias sociales

Con respecto a las ciencias sociales, la situación es análoga hasta cierto punto. Los microacontecimientos sociales no influyen individualmente en los macroacontecimientos de la sociedad, sino que

solamente el promedio resultante de un gran número de micro-acontecimientos es el que ejerce una influencia importante. La predicción científica no se refiere a los acontecimientos sociales en su detalle minucioso, sino únicamente a las tendencias fundamentales, las líneas generales de su evolución histórica y sus resultados determinantes o de mayor importancia. En rigor, entre la macrofísica y la microfísica se tiene la misma relación que existe entre la macrohistoria y la microhistoria, o entre la macroeconomía y la microeconomía. Pero, es indudable que el nivel alcanzado por el conocimiento de las ciencias naturales es muy superior al nivel logrado en las ciencias sociales. El conocimiento de las leyes de la naturaleza está apoyado en la realización de experiencias muy numerosas y reiteradas desde mucho tiempo atrás, por lo cual los registros del comportamiento de los procesos ofrecen el máximo de precisión. En cambio, en las ciencias sociales sucede lo contrario. Esto influye directa y decididamente en la cantidad de predicciones científicas que se pueden hacer, en la clase de acontecimientos que son predictibles y en la precisión con que se establecen las predicciones. Por eso, las predicciones que se hacen en las ciencias sociales son en corto número, se refieren a unas cuantas clases de acontecimientos y resultan menos precisas. Sin embargo, desde el punto de vista lógico, las predicciones que se pueden formular en el dominio de las ciencias sociales tienen el mismo carácter y pueden llegar a poseer igual grado de determinación que las predicciones que se hacen en las ciencias naturales, siempre que la profundidad, la amplitud y la precisión de los conocimientos que se tengan acerca de las leyes y condiciones, sean equivalentes.

En el dominio de los procesos sociales, la acción colectiva de los hombres es capaz de cambiar de manera significativa las condiciones en que se efectúan, modificando así consecuentemente los acontecimientos ulteriores. El hombre puede alterar igualmente las condiciones en que se producen los procesos naturales; pero los procesos naturales mismos no pueden cambiar deliberadamente sus propias condiciones. Por consiguiente, esa capacidad humana de cambiar las condiciones en que se realizan los procesos sociales, de los cuales forma parte integrante el hombre mismo, constituye un nuevo factor que influye decididamente en el curso de los acontecimientos. Además, en situaciones críticas, como son las revoluciones sociales, los hombres son capaces de transformar incluso el

régimen de la sociedad. En tal caso, junto con el régimen desaparecen también sus leyes específicas, para ser sustituidas por otras leyes sociales diferentes. Esto constituye igualmente otro factor nuevo, que interviene exclusivamente en el curso de los acontecimientos sociales, a diferencia de lo que ocurre en la naturaleza, en donde las leyes correspondientes a los diversos niveles siempre coexisten y mantienen su cumplimiento inexorable, sin que puedan desaparecer jamás mediante la acción humana, ni tampoco por obra de alguna acción de cualquier otro tipo.

§ 60. La prealimentación

En general, independientemente de la amplitud, profundidad y precisión de los conocimientos pertinentes, únicamente resulta predictible un intervalo relativamente corto del tiempo futuro. Más aún, cualquier predicción es siempre parcial y se encuentra restringida a los procesos mejor conocidos. Por otra parte, con frecuencia, la precisión de las predicciones disminuye enormemente al paso y medida en que el futuro, al cual se refieren las predicciones, se aleja del presente. Además, una predicción determinada tiene significado solamente dentro de una clase definida de procesos, se establece con respecto a un cierto conjunto de condiciones y tiene un grado de aproximación bien acotado. En muchas ocasiones, la realización de la predicción establecida como consecuencia de las leyes y condiciones pertinentes, es un acontecimiento que ocurre inexorablemente, debido a que se encuentra fuera de nuestro alcance hacer cualquier modificación de las condiciones. Pero, en otros casos, sí resulta posible cambiar las condiciones y, por ende, hacer que también cambie el efecto correspondiente. Pues bien, cuando existe esa posibilidad de modificar las consecuencias y se decide que así suceda, es necesario alterar las condiciones presentes en forma conveniente para producir el efecto deseado. Entonces, para conseguir esa alteración en el acontecimiento previsto, lo que se requiere es impartir al proceso una acción de retroalimentación *(feedback)* proyectada hacia el futuro o, dicho más precisamente, una acción de *prealimentación* (el término en inglés sería *feedahead)* para que se produzca ese cambio deliberado en el comportamiento del proceso.

La prealimentación es un medio eficaz de corregir la acción, con el fin de modificar un acontecimiento futuro, partiendo del conocimiento de la predicción que se haya establecido acerca de ese mismo acontecimiento. A continuación presentamos un ejemplo ilustrativo de la manera como actúa la prealimentación en una actividad humana relativamente simple. Consideremos el caso de un esquiador que desciende a gran velocidad por la ladera de una montaña. El esquiador sabe por experiencia que su equilibrio depende fundamentalmente de que mantenga su cuerpo en posición perpendicular con respecto al suelo. Así, desde el momento en que advierte el menor cambio en la inclinación de la pendiente, el esquiador se prepara para inclinar su cuerpo hacia adelante o hacia atrás, siempre tratando de mantenerse perpendicularmente al suelo. Aparentemente, esa persona ejecuta una acción de retroalimentación. Pero no es así. Para comprobarlo, basta con suponer que el esquiador se desliza con los ojos vendados. En esa condición, los cambios en la inclinación de la pendiente también repercuten en las articulaciones, en los músculos y en las señales que transmite el sistema nervioso del esquiador, inclusive cuando dichos cambios son mínimos. Sin embargo, cuando el esquiador registra como estímulo el desequilibrio que le produce un cambio en la inclinación de la pendiente, ya no tiene tiempo de reaccionar oportunamente, compensándolo por medio de una acción de retroalimentación y, por consiguiente, le es imposible corregir su posición para evitar la caída. En cambio, en condiciones normales, cuando el esquiador utiliza sus ojos, puede observar con anticipación suficiente los cambios de inclinación que vendrán después, y no hasta el momento en que lo van a registrar los estímulos directos en su sistema nervioso motor. Por lo tanto, a la vez que su vista le permite prevenirse ante lo que le espera —aquí se trata literalmente de una *pre-visión* a través de su vista—, el esquiador tiene oportunidad de preparar su cuerpo para hacer frente al cambio venturosamente, impartiéndole una acción de prealimentación que lo hace inclinarlo de manera adecuada y en el momento oportuno. De ese modo, mediante una acción de prealimentación, el esquiador modifica de manera anticipada ese factor, evitando así el efecto del desequilibrio, que produciría fatalmente su caída si no recurriera justamente a la acción de prealimentación indicada. Por otra parte, cuando una persona conduce su automóvil por una carretera, constantemente

está utilizando la prealimentación para hacer que el vehículo tome las curvas y ascienda o descienda las pendientes en forma adecuada, basándose en las visiones previas que le ofrecen sus ojos. Igualmente, es una acción de prealimentación la que le permite evitar casi siempre los atropellamientos y los choques.

Cuando se ha formulado una predicción apoyada en leyes causales, es enteramente factible impartir luego una prealimentación para modificar los acontecimientos previstos, con tal de que existan posibilidades teóricas y prácticas de alterar las condiciones de una manera adecuada. En el caso de que la predicción se haya establecido con fundamento en leyes funcionales, también puede haber la posibilidad de modificar el resultado anticipado. Cuando así se requiera, será necesario alterar los valores de las variables en forma conveniente, para conseguir el cambio consecuente en el valor de la función matemática que representa de manera abstracta la situación concreta y, luego, aplicar esa alteración en la realidad. Por lo tanto, en tal caso se ejerce igualmente una acción de prealimentación para producir un efecto predeterminado en el comportamiento del proceso en cuestión. En cuanto a las predicciones basadas en leyes estadísticas, la modificación de los valores de probabilidad de los resultados posibles, depende de los valores que se puedan dar a las variables, dentro de los límites de su variación. En consecuencia, también en esos casos es posible impartir una acción de prealimentación, ya sea para aumentar o para disminuir la probabilidad de una o de varias de las alternativas que ofrece el comportamiento del proceso respectivo. En particular, en el transcurso de los acontecimientos sociales intervienen dos factores nuevos, a los cuales ya hicimos referencia en el Apartado 59. Esos factores son el cambio deliberado de las condiciones en que se producen los procesos y, en condiciones críticas, la transformación de las leyes que gobiernan su comportamiento. La existencia de esos dos factores amplía las posibilidades de que las predicciones sirvan de base para influir sobre los acontecimientos previstos, tanto en sentido positivo como negativo. Semejante influencia se ejerce impartiendo a los procesos en cuestión una prealimentación planeada para que se produzcan los cambios consiguientes.

El fundamento de la prealimentación se encuentra en el hecho de que el hombre adapta sus acciones, no sólo con respecto a las necesidades indicadas por las condiciones presentes y por su des-

arrollo histórico, sino también con respecto a las condiciones futuras. La prealimentación consiste en anticipar teóricamente un acontecimiento, utilizando luego dicha predicción para cambiar las condiciones antes de que se produzca el acontecimiento, de tal manera que ocurra una modificación en el comportamiento del proceso en cuestión. De esa manera, con base en la predicción de un efecto, se obra anticipadamente sobre sus factores, para producir un efecto real diferente. El resultado de la prealimentación es una perturbación en el acontecimiento, que puede consistir en su atenuación, su intensificación, su retardamiento, su aceleración o cualquier otro tipo de modificación, incluyendo su desaparición o su sustitución por otro acontecimiento diferente. En algunas ocasiones, el único propósito que se persigue al ejercer una acción de prealimentación, es el de lograr que el acontecimiento se produzca antes o después del momento previsto; lo cual, muchas veces, es suficiente para que el proceso en su conjunto sufra una perturbación considerable. La prealimentación induce el cambio del efecto, mediante la variación de los factores que lo determinan. De esa manera, a través de la prealimentación, los resultados previstos influyen de un modo importante sobre los resultados reales. Por consiguiente, el conocimiento anticipado que se tenga acerca de los acontecimientos futuros, contribuye a conformarlos efectivamente dentro de ciertas modalidades. Y, en particular, dentro del dominio social, la conciencia que se tenga sobre los acontecimientos futuros, coadyuva activamente para que se puedan producir más temprano o más tarde, o bien, para que se alteren notablemente.

§ 61. La prealimentación en la praxiología y en la cibernética

La prealimentación desempeña una función muy importante en la preparación de la acción y coadyuva a incrementar la eficacia de su ejecución. Por ende, la prealimentación es parte integrante de la praxiología y de la cibernética. En efecto, como es sabido, la praxiología es la ciencia que estudia la eficacia de la acción. Por su parte, la cibernética ha quedado definida últimamente como el arte de asegurar la eficacia de la acción. Pues bien, como ya lo expresamos antes, un sistema relativamente aislado se encuentra

en interacción con su medio y, por lo general, el medio se transforma junto con el sistema. El medio ejerce acciones sobre el sistema, a través de sus entradas y, a su vez, el sistema ejerce acciones sobre el medio, a través de sus salidas. En el estudio praxiológico o cibernético de una acción, es necesario definir expresamente el medio sobre el que se ejerce la acción y, también, la meta de la acción, o sea, la transformación que se trata de realizar sobre el medio. Debido a que el hombre concibe sus acciones antes de ejecutarlas, entonces la primera fase es la preparación de la acción. Dicha preparación lleva a la formulación de un programa de acción. Luego viene la segunda fase, que es la decisión de actuar desarrollando el programa formulado. Tal decisión se adopta conforme a distintos criterios específicos, en los cuales se toman en cuenta, entre otras cosas, las propiedades concretas del medio, las características del sistema que sirve como agente de ejecución y las posibilidades reales de alcanzar la meta determinada. La tercera fase es la ejecución de la acción. Dicha ejecución se desarrolla siguiendo el orden temporal fijado en el programa.

Al ejecutarse, el primer paso establecido en el programa, el medio es modificado y, por lo tanto, se encontrará en un estado nuevo al iniciarse la ejecución del paso siguiente. Con frecuencia ocurre que ese estado no es el que se había previsto en el programa. En tal caso, es necesario modificar los pasos siguientes del programa y, a veces, se requiere complementar el agente de la acción o hasta sustituirlo por otro. Esa adaptación dinámica del programa y de los instrumentos de ejecución con respecto a la situación real del medio, constituye la guía de la acción. En todo caso, se trata de que la acción sea guiada de tal manera que se alcance la meta asignada, es decir, de modo que la acción resulte eficaz. Toda acción se encuentra limitada en el tiempo, tiene un comienzo y un fin. Por consiguiente, cada acción pertenece a un tipo praxiológico y tiene una cibernética propia. El establecimiento del programa también forma parte de la cibernética de la acción considerada. Para poder formular un programa eficaz, es necesario conocer suficientemente el dominio de la acción. Y, para poder guiar la acción, es indispensable tener conocimiento de las modificaciones que va sufriendo el medio sobre el cual se ejerce la acción.

Dentro de la cibernética específica de una acción, se puede recurrir también a la retroalimentación del sistema. En su forma más

simple, la retroalimentación directa consiste en acoplar un sistema con otro, de tal manera que una de las salidas del primero sea simultáneamente una de las entradas del segundo y, viceversa, que una de las entradas del primero sea a la vez una de las salidas del segundo. En rigor, los dos sistemas acoplados en retroalimentación constituyen un sistema único más complejo. También se pueden establecer acoplamientos en retroalimentación indirectos, o sea, por intermedio de otro sistema o de varios sistemas más. Cuando la retroalimentación es negativa, que es lo pertinente en el problema que venimos examinando, entonces su efecto consiste en corregir constantemente cualquier desviación que se produzca en un estado que se haya fijado como estado de equilibrio. Dicho estado de equilibrio será, desde luego, el estado del medio previsto en el programa de acción. De esa manera, la retroalimentación negativa modifica convenientemente las condiciones iniciales, inmediatamente después de que se haya producido en el medio un estado que no corresponda al previsto, para afinar justamente el efecto hasta conseguir que el estado real coincida con el previsto. Cuando la retroalimentación es positiva, entonces su efecto consiste en incrementar cualquier desviación que se produzca en el estado de equilibrio. Naturalmente, la retroalimentación positiva también resulta útil, pero en problemas diferentes al que aquí nos ocupa.

La prealimentación también puede ser utilizada dentro de la cibernética específica de una acción determinada. Desde luego, a diferencia de lo que sucede en el caso de la retroalimentación, para aplicar la prealimentación no se necesita esperar hasta que se produzca realmente una desviación en la salida del sistema, para corregirla; ya que es suficiente con poder anticipar la desviación, a través de una predicción. En tal caso, se puede recurrir a un acoplamiento en retroalimentación negativa, para que la desviación sea corregida en cuanto se presente. En esas condiciones, la retroalimentación actúa como un dispositivo automático de prealimentación. En otras ocasiones, cuando se ha establecido una predicción acerca del estado o de la secuencia de estados que se producirán, es posible cambiar adecuadamente las condiciones, impartiendo al sistema una acción de prealimentación, de tal manera que se produzcan realmente otros estados diferentes, planeados por anticipado, o que se modifique el orden de su secuencia. En ese caso, durante la segunda fase de la realización de la acción, una

vez tomada la decisión de modificar las consecuencias previstas, se reformula el programa de acción de manera pertinente. Y, después, la ejecución de la acción se desarrolla en la forma y de acuerdo con el orden establecido en el programa modificado.

Es fácil advertir que, en cualquier intervención planeada que el hombre realiza en los procesos naturales o sociales, hace uso de la prealimentación. Porque cualquier cambio que se introduzca en las condiciones existentes, con el propósito de cambiar las consecuencias resultantes, constituye propiamente una prealimentación. De la misma manera, cualquier ensayo de esa intervención, como lo son los experimentos, también incluye como parte integrante una acción de prealimentación. En rigor, el empleo de la prealimentación es tan antiguo como la acción humana realizada para cambiar deliberadamente las condiciones naturales, o bien, para gobernar el comportamiento de los procesos existentes. Sin embargo, hasta donde sabemos, es al autor de este libro a quien le ha correspondido introducir el concepto de prealimentación de una manera explícita, expresa y definida.[1] Sin duda, el mejoramiento de las predicciones científicas, de modo que sean cada vez más precisas y tengan mayores alcances, llevará a ampliar el dominio de aplicación de la prealimentación y aumentará su eficacia en forma considerable. En la actualidad, la misma evolución biológica está siendo expresada en la forma de leyes funcionales y estadísticas, que luego son ordenadas sistemáticamente. En esas condiciones de rigor y precisión, las leyes de la evolución biológica admitirán seguramente muchas aplicaciones fructuosas en el dominio de las predicciones y permitirán, más tarde, la utilización estricta y bien controlada de muchas acciones de prealimentación.

Tal como lo hemos expuesto, las predicciones científicas se formulan con apoyo en las hipótesis establecidas, en los datos experimentales ya obtenidos y en las técnicas de verificación disponibles o que sean factibles de usarse dentro de un lapso finito. Después,

[1] Véanse los artículos: "La predicción y sus consecuencias", *Diánoia, Anuario de Filosofía,* México, U. N. A. M.-F. C. E., Año XV, Núm. 15, 1969, págs. 161-179; "Lógica de la predicción", en *El Problema de la Predicción en Ciencias Sociales,* México, U. N. A. M., Instituto de Investigaciones Sociales, 1969, págs. 5-22; y "Previsión y cambio del futuro", *Cuadernos Americanos,* Año XXVIII, Vol. CLXII, Núm. 1, ene.-feb. 1969, páginas 83-94.

mediante la acción de la prealimentación planeada adecuadamente y aplicada con eficacia, los resultados previstos como posibles sirven de base para introducir cambios en los propios resultados, cuando éstos se producen realmente. La prealimentación puede ser afinada con exactitud en los experimentos, para poder aplicarla luego con segura firmeza en los amplios dominios de la tecnología. De esa manera, a través de la investigación científica se procura conocer primero el desarrollo de los procesos existentes con toda objetividad. Luego se establecen las predicciones pertinentes acerca de su comportamiento futuro, a continuación se puede adoptar la decisión de modificarlo y, en ese caso, se formula el plan para conseguirlo. Finalmente, se interviene deliberadamente en el curso ulterior de los procesos, modificando las condiciones en que iban a realizarse, mediante una acción de prealimentación. Con esa intervención en los procesos, el hombre consigue dominarlos. Y ese dominio sobre el comportamiento futuro de los procesos existentes, conduce justamente al hombre a mejorar las condiciones de su vida, lo cual constituye el objetivo primordial del conocimiento científico.

XII. ELEMENTOS DEL MÉTODO CIENTÍFICO

§ 62. Caracterización del método

"El hombre se distingue del topo en que, antes de construir, diseña los planos." [1] Para poder actuar con éxito, el investigador tiene que proyectar previamente su trabajo, incluyendo el procedimiento para ejecutarlo. El método científico es, en consecuencia, el procedimiento riguroso que la lógica estructura como medio para la adquisición del conocimiento. Todas las operaciones lógicas quedan incluidas dentro del método y hasta la imaginación científica se encuentra gobernada estrictamente por el método; y en esto se acusa la sujeción de las posibilidades formuladas racionalmente a su confirmación en el experimento y en la actividad social práctica. El método científico es, así, el procedimiento planeado que se sigue en la investigación para descubrir las formas de existencia de los procesos del universo, para desentrañar sus conexiones internas y externas, para generalizar y profundizar los conocimientos adquiridos de este modo, para llegar a demostrarlos con rigor racional y para conseguir su comprobación en el experimento y con la técnica de su aplicación. El método científico comprende, entonces, tres fases que son inseparables, pero que se pueden distinguir: una fase indagadora, de descubrimiento de nuevos procesos objetivos o de aspectos nuevos de los procesos ya conocidos; otra fase demostrativa, de conexión racional entre los resultados adquiridos y de comprobación experimental de los mismos; y una tercera fase expositiva, en la cual se afinan los resultados para servir de material a nuevas investigaciones y para comunicar a los demás el conocimiento adquirido.

Como procedimiento riguroso para la adquisición del conocimiento, el método es también un resultado del trabajo científico,

[1] Cita de Marx, hecha por Bloch, *El pensamiento de Hegel*, ed. cit., página 387.

un producto de la experiencia acumulada, racionalizada y probada por la humanidad en el curso histórico del desarrollo de la ciencia. Sin embargo, el método se distingue de los otros conocimientos científicos por la función peculiar que desempeña en la investigación. El método es la consecuencia superior que se obtiene con la investigación lógica sobre los medios reales de que se valen todas y cada una de las ciencias para adquirir sus conocimientos. Por lo tanto, el método representa un conocimiento adquirido y, a la vez, expresa las leyes que rigen el trabajo científico en la conquista de nuevos conocimientos. Pero, no obstante la distinción establecida entre el método y los otros conocimientos científicos, su diferenciación tiene un carácter relativo, tal como lo exhibe el hecho de que muchos otros conocimientos llegan a convertirse en instrumentos metódicos y, más aún, de que disciplinas enteras vienen a servir como métodos de investigación, como ocurre en el caso de la matemática.

De la misma manera como el conocimiento científico representa, en último término, la expresión del dominio ejercido por el hombre sobre los procesos existentes, así también en el método se expresa el dominio humano alcanzado sobre el propio conocimiento. Asimismo, tal como los resultados del conocimiento científico corresponden a las propiedades y a las conexiones activas que los procesos existentes ponen de manifiesto y las reflejan de cierta manera, igualmente, el método corresponde a las formas de desarrollo y de transformación de dichos procesos, reflejándolas de un modo definido. Para servir como instrumento eficaz en la determinación científica de la existencia, es necesario que el método reproduzca en la investigación al desenvolvimiento general del universo y, a la vez, que represente las diversas fases comunes a todos los procesos universales. En consecuencia, el método científico plantea la necesidad de estudiar simultáneamente a los procesos objetivos, con arreglo al desenvolvimiento dialéctico que les es intrínseco. De esta manera se logran poner al descubierto y se determinan los enlaces activos entre los procesos, su desarrollo real desde el momento de su surgimiento hasta el de su desaparición, las contradicciones internas y las luchas que causan sus diversas transformaciones, las oposiciones externas que condicionan a dichos cambios, la unidad y la interpenetración de los opuestos y de su contradicción, la conversión recíproca entre cualidad y cantidad y la continua superación de los

procesos y de sus diferentes aspectos por la reiterada negación de su negación.

Por otra parte, como consecuencia del papel que desempeña en el proceso de la investigación científica, el método es indudablemente la función lógica más completa y, también, la de mayor importancia. Porque el objetivo fundamental de la lógica consiste en descubrir y explicar el modo como la ciencia se hace y es esta actividad la que queda determinada por el método y, a la vez, es en ella donde se aplica el método. Pero, a pesar del relevante papel que ocupa el método en el sistema lógico, no por eso se puede prescindir de las funciones elementales; porque ellas constituyen un fundamento indispensable para todo el desarrollo del método, como teoría y como técnica de la investigación. En efecto, en el método no solamente se implica al concepto, al juicio y a la inferencia, sino que es en la operación del método en donde ellos encuentran su mejor expresión, como elementos en pleno desenvolvimiento. Por esto es que, al afirmar que el método es la parte más importante de la lógica, se está señalando justamente que es en el método en donde se encuentra comprendida, sintéticamente, la actividad lógica entera. Por consiguiente, en el método se tiene el producto más acabado que la lógica elabora y la culminación, siempre relativa y condicionada a la coyuntura histórica, del progreso alcanzado por el conocimiento científico a lo largo de toda su tarea. Como fruto maduro de la investigación, el método es asimismo la consecuencia técnica —esto es, eminentemente práctica— que la lógica obtiene de la ciencia, para ser empleada después como el mejor instrumento en la propia actividad científica.

§ 63. Desarrollo histórico del método científico

Como todo conocimiento, el método científico se ha desarrollado históricamente y en estrecha relación con el desenvolvimiento social. Por tener su dominio de estudio, de comprobación y de aplicación en la misma actividad investigadora de la ciencia, el conocimiento sobre el método ha progresado siempre en correlación directa con el avance de la ciencia. En general, los progresos científicos se traducen pronto en nuevos conocimientos lógicos e, igualmente, los desarrollos lógicos producen nuevos descubrimientos cien-

tíficos. La comprobación de esta estrecha conexión mutua existente entre el proceso de la ciencia y el avance de la formulación lógica del método, la tenemos en la historia del conocimiento. Las épocas en que la investigación lógica ha podido expresar los diferentes métodos científicos dentro de una teoría construida sistemáticamente, son las mismas en que la ciencia ha llegado a exponer definidamente y en forma revolucionaria, concepciones radicalmente distintas a las anteriores y con arreglo a nuevos descubrimientos. La *lógica deductiva* de Aristóteles tiene su aplicación consumada en la *geometría* de Euclides y, en rigor, corresponde a los mismos antecedentes cognoscitivos. Por otra parte, la *lógica inductiva* de Bacon encuentra su realización contemporánea y fecunda en la *mecánica* de Galileo y es, al mismo tiempo, un resultado de la misma transformación del conocimiento que se opera en la época renacentista. Por último, la *lógica dialéctica* de Hegel es el antecedente directo del método seguido por Marx en la investigación de la *economía* y, con certeza, es también un producto de la misma revolución científica cuyas consecuencias se siguen desarrollando en la actualidad.

El cuadro sistemático de enlaces rigurosos que ofrecen los libros de geometría de los *Elementos* de Euclides, representa la aplicación fecunda de la exposición del *Organon* de Aristóteles. Fundándose en los conocimientos biológicos de su tiempo, de los cuales estaba bien enterado y a cuyo avance contribuyó con investigaciones y descubrimientos de importancia, Aristóteles logró sistematizar la etapa deductiva del método. Por su parte, Euclides realizó una tarea análoga basándose en los conocimientos geométricos elaborados por los griegos con mano maestra. Ambos textos han perdurado por siglos, considerados en un nivel de perfección que no se creía posible superar. Por ellos, la antigüedad siguió modelando durante mucho tiempo al pensamiento subsiguiente. En sentido estricto, las enseñanzas que se desprenden de los libros de Euclides tienen un carácter mucho más lógico que propiamente geométrico. O sea, dicho de otra manera, que su acertada particularización en el campo de la geometría hizo que el método llegara al nivel de la universalidad lógica. Porque, como dice Leibniz, "...la fuerza de la demostración es independiente de la figura dibujada, que no utiliza más que para facilitar la comprensión de lo que se quiere decir y para fijar la atención; son las proposiciones universales, es

decir, las definiciones, los axiomas y los teoremas ya demostrados, los que hacen el razonamiento y lo contendrían aun cuando la figura no existiera".[2] Así, la estructura sistemática de enlaces estrictos entre los elementos geométricos supera a la representación gráfica y se hace independiente de ella. Al establecer la consecuencia metódica de la geometría, partiendo de las relaciones existentes entre sus elementos particulares e introduciendo la variabilidad de éstos, Euclides pudo generalizar sus conexiones, extendiéndolas a la totalidad de los elementos del conjunto geométrico, o sea, al aspecto espacial del universo.[3] Por ello es que, reproduciendo en lo esencial este mismo procedimiento, Hilbert logró ampliar y rigorizar la consecuencia deductiva de la estructura científica, formulando los principios de la axiomática.

En cierto sentido: "...las maneras de argumentar que Euclides establece y explica, al hablar de las proposiciones, son una extensión o promoción particular de la lógica general (es decir, de la aristotélica)...".[4] Sin embargo, a pesar de que los *Elementos* fueron escritos con posterioridad al *Organon* de Aristóteles y de que lógicamente lo suponen, es indudable que en la obra euclideana se utilizan también los trabajos de las generaciones que precedieron a Aristóteles; y no únicamente en lo que se refiere a sus descubrimientos científicos, sino igualmente en lo que respecta a los resultados de sus investigaciones metodológicas y demostrativas. Además, en los escritos aristotélicos se encuentran textos explícitos y alusiones implícitas que señalan con claridad las concepciones de los investigadores anteriores, por los cuales se advierte cómo se venía desarrollando la teoría acerca de la estructura interna de la ciencia hasta alcanzar un punto de madurez. Por consiguiente, entre la lógica aristotélica y la geometría de Euclides existe una coincidencia indudable, en la cual se ponen de manifiesto la vinculación y la consecuencia de ambas con respecto al mismo desenvolvimiento histórico. Y, por esto, la lógica de Aristóteles y la geometría euclideana se esclarecen mutuamente, sin que pueda decirse estricta-

[2] *Nuevos Ensayos,* Libro IV, capítulo I, parágrafo 9; citado por León Brunschvicg, *Las etapas de la filosofía matemática,* Buenos Aires, Editorial Lautaro, 1945, pág. 109.

[3] Brunschvicg, *op. cit.,* págs. 110 y sig.

[4] Leibniz, *Nuevos Ensayos,* Libro IV, capítulo II, parágrafo 9; en Brunschvicg, *op. cit.,* pág. 110.

mente que la que es posterior cronológicamente, proceda con necesidad lógica de la primera.[5]

En el caso de la inducción, es cierto que, a pesar de todas las insuficiencias y de las concepciones erróneas que se pueden advertir en el *Novum organon scientiarum,* es indudable que Bacon es quien expone por primera vez, dentro del dominio filosófico y en forma sistemática y explícita, el aspecto inductivo del método científico. En su obra, Bacon se esfuerza por fundamentar los procedimientos científicos de investigación, de modo prominente, en la experiencia. El principio mismo de la concepción filosófica baconiana radica en la actividad práctica, en el logro del dominio humano sobre las fuerzas de la naturaleza, por medio del descubrimiento y de la invención racional con base empírica. La inducción constituye, para Bacon, el instrumento metódico que se utiliza en la manipulación de los hechos; es el proceso por el cual se ordenan los datos de la observación y de la experiencia, que sirven de apoyo a la ciencia entera. Por medio de la inducción es que resulta posible generalizar, partiendo de los enlaces observados entre los hechos particulares, hasta llegar a encontrar las relaciones universales; y éstas, una vez descubiertas, sirven tanto para explicar los hechos de los cuales se desentrañaron, como también otros muchos hechos más que se llegarán a conocer directamente después.[6]

Sin embargo, Bacon no logra aplicar con acierto el método preconizado en su obra. En su lugar, es Galileo quien viene no sólo a exponer, sino también a operar realmente por primera vez, de un modo definido y con gran fecundidad, con el método inductivo. Como fundador de la *mecánica* —y con ella de la ciencia moderna en su más claro sentido— Galileo establece al mismo tiempo, y en forma más explícita, la teoría y la práctica de la inducción lógica. Adelantándose al desarrollo de las tendencias iniciadas por Bacon y Descartes, Galileo logra superar con su trabajo —a pesar de la prioridad cronológica— tanto la exageración empirista como el racionalismo unilateral. Desenvolviendo al método experimental, en

[5] Brunschvicg, *Las etapas de la filosofía matemática,* ed. cit., pág. 110.

[6] Bertrand Russell, *A history of western philosophy,* New York, Simon and Schuster, 1945, págs. 541-545. Y, también, Wilhelm Windelband, *La filosofía del Renacimiento,* México, Antigua Librería de Robredo, 1943, págs. 105-108.

sus principios y en la técnica de su aplicación, Galileo consigue destacar las bases fundamentales de la revolución científica de la época moderna, a la cual hace avanzar él mismo en forma considerable.[7] Considera al experimento como una intervención planeada en los procesos del universo, para llegar a aislar sus formas elementales y medirlas y, entonces, poder esclarecerlas en su conjugación. En la matemática descubre el medio para expresar las medidas y las relaciones entre esas formas elementales; con lo cual constituye a la matemática en un instrumento metódico para las investigaciones físicas.[8] Por ello, la obra de Galileo representa el punto crucial en el cual se opera la transformación de la ciencia antigua, como "estudio cualitativo de la cantidad", a la ciencia moderna, cuyo principio es "el estudio cuantitativo de las cualidades".[9] Ahora bien, como se advierte con claridad, en el caso de la inducción no se tiene un paralelo tan simétrico como el que puede establecerse entre las obras de Euclides y las de Aristóteles, con respecto a la deducción. Pero es indudable que también aquí nos encontramos ante dos resultados que corresponden enteramente a un nivel común dentro del mismo desarrollo histórico del conocimiento.

En cuanto a la consideración del conocimiento como un desarrollo progresivo a través de manifestaciones contrapuestas, se puede decir, con rigor, que la dialéctica es más antigua que la lógica formal. La dialéctica tiene su antepasado directo en Heráclito, su maestro en Platón y su representante moderno en Leibniz. Pero en donde adquiere su expresión racional completa es en la *Ciencia de la lógica* de Hegel. "Quien postula —dice— que no existe nada que lleve dentro de sí la contradicción, como la identidad de los contrarios, postula al mismo tiempo que no existe nada vivo. Pues la fuerza de la vida y, más aún, el poder del espíritu, consiste precisamente en llevar dentro de sí la contradicción, en soportarla y superarla. Este poner y quitar de la contradicción de unidad ideal y disgregación real de los términos, forma el proceso constante de la vida, y la vida no es más que como *proceso.*" En consecuencia, el conocimiento "no es una moneda acuñada que

[7] Teófilo Isnardi, en el prólogo a la edición española de los *Diálogos acerca de dos nuevas ciencias,* Buenos Aires, Editorial Losada, 1945; páginas 7 y sig.

[8] Windelband, *La filosofía del Renacimiento,* ed. cit., pág. 113.

[9] Brunschvicg, *Las etapas de la filosofía matemática,* ed. cit., pág. 122.

pueda darse y recibirse sin más",[10] sino que entraña, asimismo, un proceso dialéctico de contradicciones, de lucha entre ellas, de integración y de formación constante de nuevas oposiciones. Generalizando sus penetrantes reflexiones sobre la historia de la filosofía y de la ciencia, Hegel encuentra cómo la dialéctica es "el alma motriz del desarrollo científico y el principio sin el cual no existiría una conexión y una necesidad inmanentes en el contenido de la ciencia".[11]

Esta ley de la evolución dialéctica se verifica incluso en el destino histórico del sistema hegeliano; porque, como lo comprende ya Marx de joven, "es la razón misma de la cosa la que tiene que desarrollarse como algo contradictorio consigo mismo y encontrar dentro de sí misma su unidad".[12] Luego, aplicando consecuentemente las categorías hegelianas y su movimiento al mundo social, Marx se ve obligado a entrar en conflicto con este mundo. Su crítica implacable lo conduce a superar toda la "trama cerebral" del idealismo absoluto de la dialéctica hegeliana y lo lleva al terreno concreto de lo existente. Tomando de Hegel la estructura del proceso del pensamiento, Marx pone al descubierto cómo la dialéctica es la forma fundamental de la existencia del universo. La dialéctica deja de ser considerada simplemente como un método empleado para elaborar la historia, hasta quedar convertida destacadamente en el meollo mismo de la historia, tanto de la naturaleza como de la sociedad. "Mi método dialéctico —dice Marx— no sólo es fundamentalmente distinto del método de Hegel, sino que es precisamente su opuesto. Para Hegel, el proceso del pensamiento, al que transforma incluso en sujeto con vida propia bajo el nombre de idea, es el que crea la realidad, la cual es solamente su manifestación externa. Para mí, por lo contrario, la idea no es otra cosa que la materia, traspuesta e interpretada en la cabeza del hombre."[13]

Utilizando este método y estudiando con rigor la filosofía de la historia y la economía, lo mismo que las ciencias naturales en su conjunto, Marx llega a demostrar que "la sociedad actual no es

[10] Citas de Bloch, en *El pensamiento de Hegel,* ed. cit., págs. 95 y 126.
[11] Hegel, *Enciclopedia,* ed. cit., *Lógica,* § 81, pág. 74.
[12] Citado por Bloch, en *El pensamiento de Hegel,* ed. cit., pág. 96.
[13] Carlos Marx, *El capital,* Buenos Aires, Biblioteca Nueva, 1946; Palabras finales a la segunda edición, pág. 17.

algo pétreo o inconmovible, sino un organismo transformable y sujeto a un proceso de transformación constante".[14] En realidad, podemos decir que toda la obra de Marx se desprende, como consecuencia directa, de su oncena tesis sobre Feuerbach: "Los filósofos no han hecho más que *interpretar* de diversos modos al mundo, pero, de lo que se trata es de *transformarlo*".[15] Por otra parte, en *El capital* tenemos la primera aplicación consciente y enteramente consecuente de la teoría y de la práctica del método dialéctico en la investigación científica. Pero también tenemos otra cosa mucho más importante, el haber logrado demostrar que el universo mismo es dialéctico y, por consiguiente, que la dialéctica del pensamiento constituye la reflexión racional de las formas del movimiento de la naturaleza y de la sociedad. Por otro lado, es cierto que tanto Hegel como Marx son productos del desarrollo histórico del conocimiento en una misma dirección —aunque en sentidos opuestos— y que, además, el segundo es un discípulo del primero. Sólo que, como resultado de la misma evolución dialéctica de este desenvolvimiento, Marx supera definitivamente a su maestro, precisamente porque constituye su negación dialéctica consumada.

§ 64. Estructura sistemática

Como instrumento empleado en la investigación para descubrir las conexiones de los procesos universales, el método conduce a la formación de las teorías científicas. Pero, al igual que los otros conocimientos, el método mismo posee una estructura teórica, la cual se forma y se desenvuelve por un procedimiento semejante al que sirve para la construcción y el desarrollo de las teorías de la ciencia en general. Las teorías del método tienen, en consecuencia, la misma armazón lógica que se acusa en las otras disciplinas y en su formación rigen los mismos principios que se aplican en las ciencias naturales y en las sociales. Estos principios generales son las categorías específicas que tienen cumplimiento en la formación metódica de las teorías, incluyendo a las teorías de los propios métodos. Los

[14] *El capital,* ed. cit.; Prólogo a la primera edición, págs. 11 y sig.

[15] Las tesis están incluidas en la edición española ya citada de la obra de Engels, *L. Feuerbach y el fin de la filosofía clásica alemana,* pág. 52.

principios más importantes que se atienden en dicha formación son: el de simplicidad, el de regularidad y el de continuidad.

Por *simplicidad* se entiende el adoptar la explicación más simple, entre todas las posibles que representen a los resultados experimentales obtenidos y en tanto que dicha explicación adoptada siga representando a los resultados experimentales posteriores. Por esto es que los valores cuantitativos encontrados experimentalmente en el desarrollo de un proceso, se ligan por la función matemática más sencilla. Así, por ejemplo, si se obtiene una colección de 20 parejas de valores correspondientes a una serie de observaciones acerca de dos procesos y, al representar gráficamente esta serie o al indagar su ecuación matemática, se advierte que los puntos correspondientes a dichos valores forman una línea recta, dentro de los límites de error aceptados, entonces, se concluye que la función que liga a los valores respectivos es una función lineal, de la forma: $y = ax + b$; con la cual se expresa la ley objetiva que conecta a dichos procesos entre sí. Esta conclusión es la más simple, puesto que la relación entre las 20 parejas de valores también podría ser expresada por medio de funciones matemáticas más complicadas. Además, al quedar formulada matemáticamente esta conexión, es posible efectuar interpolaciones —es decir, se pueden determinar valores intermedios a los descubiertos experimentalmente— y, análogamente, se pueden realizar extrapolaciones —calculando valores que se encuentren más allá de los límites efectivamente experimentados.[16] Por otra parte, al sujetarse a la verificación experimental, es posible que se observen ciertas divergencias con la ley establecida; pero, siempre que su número sea corto y mientras no llegue a probarse objetivamente lo contrario, tales divergencias son consideradas como desaciertos casuales.[17] Ahora bien, si la conclusión se establece con rigor y objetividad, lo corriente es encontrar la confirmación experimental de la ley cuando se amplía el número de datos con la realización de nuevas observaciones. Y, todavía más, en muchos casos la validez de la ley se incrementa con el aumento en el número de experimentos y con la exactitud de las medidas; como ha ocurrido, por ejemplo, en el caso de la geometría euclidiana, ya que las mediciones geodésicas y astronómicas de precisión

[16] Weyl, *Philosophy of mathematics,* ed. cit., pág. 156.
[17] Jeffreys, *Theory of probability,* ed. cit., pág. 345.

han demostrado que su validez es mayor que la que pudo haberse concluido de las experiencias que condujeron a su formulación.[18] Esta simplicidad matemática no entraña, sin embargo, la consideración de la simplicidad como una característica primordial de la naturaleza o de la sociedad, ni tiene nada que ver con la llamada "economía del pensamiento" a la cual se acogen los empiristas lógicos.

Por otra parte, la simplicidad también se refiere a la condición de que los postulados iniciales —cuya introducción es inevitable cuando se expresan los hechos experimentales en lenguaje lógico o matemático— deben ser en el número más reducido posible. Y, sobre todo, a que no se debe introducir un postulado para cada nuevo resultado experimental; evitándose siempre la formulación de hipótesis exclusivas para un solo resultado. Porque, como la teoría sirve para permitir la deducción lógica de las implicaciones a que conduce un conjunto de postulados, entonces, si se agregan otras hipótesis elementales en el desarrollo de la deducción, resulta imposible el extrapolar la teoría en sentido alguno, ni tampoco se puede practicar una interpolación estricta. Además, las teorías que contienen hipótesis exclusivas son, en rigor, enteramente inservibles, ya que con ellas se tiene siempre la posibilidad de seguir introduciendo constantemente postulados correctivos, hasta el extremo de disponer de una hipótesis distinta para cada resultado experimental. Ahora que, justamente cuando se advierte la necesidad de incluir un nuevo postulado fundamental en una teoría establecida, con objeto de explicar otros resultados de la observación experimental, entonces, se ha llegado al momento de formular una nueva teoría, porque la anterior ha caducado en su generalidad sin restricciones. En los dos aspectos expresados, la simplicidad es una condición imprescindible para la formación de toda teoría científica.[19]

Ahora bien, por *regularidad* se entiende la consideración de que el comportamiento de los procesos universales se rige por leyes. En esta condición se apoya la posibilidad de generalizar la conexión observada para un número finito de resultados experimentales, al conjunto infinito de procesos de la misma clase. Esto es, que en la

[18] Weyl, *Philosophy of mathematics,* ed. cit., pág. 156.

[19] A. d'Abro, *The rise of the new physics,* New York, Dover, 1951, Vol. I, págs. 32-35.

postulación de la regularidad se encuentra comprendida la posibilidad de descubrir, con una aproximación creciente, la ley del comportamiento de una clase de procesos, con base en la observación de uno de los intervalos finitos en que se manifiesta su desarrollo. Así, en el ejemplo puesto anteriormente para ilustrar la simplicidad, tenemos que la conexión establecida para las 20 parejas de valores observados, se extiende a la clase entera de procesos iguales, aun cuando no se haya experimentado con todos ellos. Por otro lado, la obtención de resultados experimentales acerca de los mismos procesos, en los cuales no se cumpla la conexión establecida, no constituye una violación al principio de regularidad, sino que indica simplemente la necesidad de transformar la función primitiva, estableciendo otra nueva que comprenda también los resultados experimentales nuevos. Como puede advertirse entonces, la regularidad es una condición indispensable para la formación de las teorías de la ciencia.

Finalmente, con el principio de *continuidad* se expresa la imposibilidad de efectuar una división radical dentro del continuo uniforme que es el universo. Desde luego, el propio universo es, por sí mismo y en su integridad, el continuo universal. Pero, además, todas y cada una de las partes que el conocimiento descubre en el universo, determinándolas, es también un continuo; y todos estos continuos se encuentran, a su vez, en recíproca relación de continuidad.[20] Por esto, como dice Leibniz, "la ley que rige el reposo de los cuerpos es, por decirlo así, solamente un caso particular de la ley general del movimiento; la ley de la igualdad, caso específico de la ley de la desigualdad; y la ley de lo rectilíneo, una subespecie de la ley de lo curvilíneo".[21] De este modo, cuando Galileo llega a establecer la ley de la caída de los cuerpos, observando su descenso en un plano inclinado, en realidad determina también la ley del movimiento inercial, como caso límite del movimiento de caída; aun cuando no sea él, sino Newton, quien logra advertir explícitamente esta relación de continuidad.[22] Por lo tanto, es por medio de la continuidad como es posible, por una parte, la introducción de postulados nuevos y la transformación de los ya esta-

[20] Weyl, *Philosophy of mathematics,* ed. cit., pág. 160.

[21] *Initia rerum Mathematicarum metaphysica, Matematische Schriften,* VII, pág. 25; citado por Weyl, *Philosophy of mathematics,* pág. 161.

[22] Weyl, *op. cit.,* pág. 161.

blecidos, cuando así lo exige la explicación de los resultados experimentales; y, al mismo tiempo, la continuidad permite también, por otro lado, la conexión entre las diversas teorías, como partes del continuo indisoluble del conocimiento que, a su vez, refleja el continuo inseparable del universo. Por ello es que el desarrollo histórico de las teorías expresa la continuidad de los procesos existentes y, al mismo tiempo, permite la conexión sistemática y pone al descubierto la analogía existente entre todas ellas.

§ 65. Planteamiento de los problemas

El curso del conocimiento científico consiste en una sucesión ininterrumpida de problemas, que se plantean a partir de los datos contenidos en las investigaciones anteriores y a través de los cuales se llega a su solución, por medio del desarrollo teórico y de la experimentación. A su vez, cada solución lograda entraña el establecimiento de otros problemas que, en su respuesta, conducen nuevamente a interrogantes; los cuales llegan por fin a resolverse y, así, prosigue una cadena interminable de preguntas y respuestas. El planteamiento del problema afirma las condiciones que cumple la solución; pero ésta, a su vez, supera las condiciones previstas, las determina desde un punto de vista más elevado y, al mismo tiempo, se constituye en condicionante para una nueva determinación resolutiva. En este sentido, la ciencia constituye la actividad de resolver los problemas con que nos encontramos en todos los aspectos del desarrollo de la vida humana. Para esto, la ciencia ha establecido y desenvuelve continuamente una gran cantidad de procedimientos particulares. Entre ellos se encuentran los experimentos, que nos informan tan exacta y completamente como es posible acerca de los procesos naturales y sociales, lo mismo que de su conexión activa y su mutua causalidad. También se encuentran las teorías, que nos permiten reunir los resultados de muchos experimentos en una explicación común, necesaria y suficiente. Y, por último, tenemos el empleo de dichas teorías para intervenir, de manera directa y concreta, en el desarrollo de los procesos de la sociedad y de la naturaleza, haciendo que produzcan la satisfacción de las necesidades humanas y resolviendo prácticamente, por lo tanto, los problemas que impulsan la propia actividad científica.

En términos generales, por problema entendemos cualquier dificultad que no se pueda resolver automáticamente, es decir, con la sola acción de nuestros reflejos instintivos y condicionados, o mediante el recuerdo de lo que hemos aprendido anteriormente. Por lo tanto, continuamente se suscitan ante nosotros los más diversos problemas, cada vez que nos enfrentamos a situaciones desconocidas, respecto a las cuales carecemos de conocimientos específicos suficientes. Entonces nos vemos obligados a buscar la solución o el comportamiento adecuado para poder enfrentarnos venturosamente a tales situaciones. Por otra parte, además de los problemas que nos imponen directamente las condiciones naturales y sociales en que vivimos, constantemente estamos creando o inventando nuevos problemas; como son, por ejemplo, la explicación de los procesos recién descubiertos, la demostración de teoremas, la verificación de hipótesis, la decisión entre dos o más teorías en pugna, o bien, la transformación de la naturaleza y la sociedad. Esta actitud se acentúa críticamente en nuestras actividades científicas y filosóficas, ya que entonces advertimos problemas que en otros casos ignoramos, nos imaginamos otros nuevos, los planteamos con la máxima claridad, los insertamos en el sistema de conocimientos adquiridos y los tratamos de resolver con el mayor rigor posible, siempre con el afán de enriquecer nuestros conocimientos.

Los problemas científicos pueden ser teóricos o prácticos, abstractos o concretos, y consistir en la indagación de soluciones o en el establecimiento de demostraciones. Los problemas por resolver implican la necesidad de hallar la respuesta a una cuestión indagada, descifrar los valores de ciertas incógnitas, descubrir algún proceso desconocido, encontrar la manera de intervenir en el desarrollo de un proceso para cambiar su curso, construir objetos o instrumentos, formular nuevos conceptos, inferir conclusiones, establecer hipótesis o determinar explicaciones pertinentes. En cambio, los problemas por demostrar nos imponen la necesidad de verificar la solución hallada para una cuestión, demostrar o refutar racionalmente alguna hipótesis, comprobar o eliminar experimentalmente la conclusión de un razonamiento o resolver la contradicción entre dos o más posibilidades incompatibles.

El planteamiento de un problema siempre toma en cuenta, de modo sintético, a los conocimientos adquiridos con anterioridad. Pero no los mantiene en el momento de su expresión, como es el

caso en el juicio, sino que los proyecta en determinado sentido, en una tentativa por resolver las incógnitas que el propio desarrollo del conocimiento contiene. Por otra parte, en el problema se expresan fundamentalmente los resultados de la experimentación y del desenvolvimiento teórico que no se pueden explicar todavía por completo, con apoyo en los conocimientos anteriores. Además, del mismo modo como en el juicio se encuentran contenidos, implícitamente, múltiples problemas cuyo surgimiento responde precisamente a la relación establecida, así también, en el problema se encuentran comprendidas algunas de las bases necesarias para su solución. Por otro lado, los problemas científicos se expresan en el pensamiento en la forma de contradicciones. En esta forma contradictoria, el problema impulsa al pensamiento con la exigencia de encontrarle solución, haciendo que se desenvuelva la contradicción. A través de su desarrollo, la contradicción progresa hasta convertirse en un antagonismo que se hace insostenible dentro del propio pensamiento. En esta fase antagónica, el problema se presenta como un verdadero callejón sin salida, como una aporía. La aporía se ofrece como un obstáculo insuperable y, a la vez, provoca el impulso máximo del pensamiento hacia su superación. Y, en efecto, la aporía es la que acaba por engendrar los elementos que permiten resolverla y que, por lo tanto, la hacen desaparecer como tal aporía. Por lo demás, la historia de las ciencias nos enseña que un problema científico no surge propiamente sino hasta el momento en que las condiciones elementales de su solución han llegado a madurar. En consecuencia, el desarrollo de su expresión contradictoria en el pensamiento, hasta su fase aporética, presenta un paralelismo con el avance del conocimiento sobre las condiciones para su resolución. En este sentido, la lógica tiene a su cargo la formulación y la sistematización de los medios para resolver las contradicciones que se plantean como aporías del pensamiento.

En el curso histórico de la ciencia, algunos problemas se han llegado a considerar como insolubles. Lo cual se ha tomado muchas veces como argumento para sostener una pretendida limitación definitiva de la ciencia, en un sentido metafísico. Así, se han pretendido establecer dominios sustraídos de modo radical e insalvable a la investigación científica; y, también, se ha creído encontrar regiones pertenecientes al campo de la ciencia que, sin embargo, estuvieran absolutamente fuera del alcance del conocimiento. Pero

ha sido la propia historia de la ciencia la que se ha encargado de demostrar, una y otra vez y sin excepción, que no existen problemas que sean radicalmente insolubles para ella, ni mucho menos que existan aspectos del universo que no puedan llegar a ser enteramente cognoscibles; y que, por último, hasta los dominios imaginados por la fantasía metafísica, si bien no pueden ser estudiados en una existencia objetiva e independiente de la conciencia humana, porque no la tienen, sí pueden ser explicados por la ciencia como productos de las condiciones sociales y psicológicas que los hacen surgir en la conciencia de sus sustentantes. De esta manera, incluso los más famosos problemas pretendidamente insolubles, como la "cuadratura del círculo", el "movimiento continuo" y la "transmutación de los metales", han dejado de serlo en cuanto la ciencia ha avanzado lo suficiente para poderlos resolver. Porque, lo que ocurre en realidad es que, cuando un problema no ha podido ser resuelto en una época, esto se ha debido a su mal planteamiento; ya sea porque no se tomen en cuenta con exactitud las condiciones impuestas por la investigación ya lograda o bien porque haga falta el conocimiento de otras condiciones previas que sean indispensables para encontrar su solución. De este modo, la limitación de la ciencia no tiene otro sentido que el reconocimiento de las fronteras transitorias que le son impuestas por el nivel alcanzado por el conocimiento científico en un momento dado; pero estas fronteras son completamente salvables y relativas y, de hecho, están siendo traspuestas constantemente y en todos sentidos por el avance de la investigación científica.

En el correcto planteamiento del problema descansa, entonces, la posibilidad de su solución. En cada caso concreto, la aporía debe corresponder enteramente a las condiciones objetivas que la hayan hecho surgir. Pero, además, existen ciertas reglas de aplicación general, de cuya correcta interpretación resulta el planteamiento válido del problema. Tales reglas se han extraído directamente del examen lógico de numerosos planteamientos efectuados por parte de los científicos, en los casos en que han tenido éxito al encontrar solución de los problemas propuestos. Dichas reglas son:

1. Todo problema debe ser establecido explícitamente y formulado en términos inteligibles y precisos.

2. El planteamiento debe ser consecuente, es decir, que no debe presentar la posibilidad de que las conclusiones teóricas que de él

se deriven, se encuentren en discrepancia con los resultados ya obtenidos en la investigación experimental.

3. Las tentativas de solución se deben derivar lógicamente del planteamiento establecido.

4. Toda condición que se establezca debe ser aplicable en la práctica y, además, tanto el punto de partida como la estimación de los resultados debe implicar solamente la ejecución de operaciones y experimentos posibles.

5. Todas las definiciones incluidas en el planteamiento o implicadas por éste, deben ser de tal carácter que permitan el reconocimiento de los procesos o relaciones definidos, cuando éstos ocurran en la experiencia o en el desarrollo teórico, en los mismos términos de la definición.

6. El planteamiento debe contener explícitamente la posibilidad de que las inferencias que se practiquen puedan resultar incorrectas al tratar de verificarlas en la experiencia, de tal manera que siempre sea posible modificar el planteamiento conforme a los resultados experimentales que se obtengan.

7. El planteamiento no debe negar *a priori* ningún resultado experimental, sino que, por el contrario, debe permitir la inclusión de cualquier resultado experimental que se establezca con rigor, manteniéndose siempre dentro del margen de modificabilidad de la regla anterior.

Por lo demás y en todo caso, cuando en el curso de la investigación el científico llega a advertir que las condiciones planteadas resultan insuficientes para la solución del problema, procede a modificar su planteamiento o, incluso, a transformarlo por completo. En la estricta aplicación de estas reglas se tiene, pues, una condición necesaria, aunque no suficiente, para poder arribar a una solución satisfactoria de cada problema concreto.[23]

El descubrimiento incesante de nuevos aspectos en los cuales se muestra, cada vez con mayor profundidad y amplitud, la existencia del universo, se traduce en el planteamiento ininterrumpido de problemas también nuevos. El sistema de la ciencia se encuentra entonces en un estado de integración y de transformación continuas; y es por medio de la solución hallada a las aporías que se modifican los conocimientos anteriormente establecidos y que se extiende

[23] Jeffreys, *Theory of probability,* ed. cit., págs. 8 y sig.

el dominio de la ciencia. En este sentido, el problema desempeña una función indispensable en la estructuración sistemática del conocimiento. El problema es, por decirlo así, el operador lógico que se aplica sin excepción al experimento y a la conclusión teórica y que, al propio tiempo, constituye su consecuencia inmediata. En cierto sentido, en el sistema parece encontrarse concentrada toda la certeza del conocimiento; mientras que en el problema parece radicar principalmente la incertidumbre. Pero, a pesar de esta contradicción, y más bien por ella misma, la aporía y el sistema son fases complementarias en la investigación científica. En lugar de excluirse, sistema y problema se implican recíprocamente. Ellos son los instrumentos inseparables en el trabajo de la ciencia. Son los factores, aparentemente incompatibles, en los cuales descansa el desarrollo dialéctico del pensamiento. Porque, en último término, tanto el sistema como la aporía corresponden en el pensamiento a las formas fundamentales en que el universo se manifiesta como existente. Por una parte, el universo se muestra como una trabazón inextricable y total; mientras que, por otro lado y a la vez, se particulariza en procesos cambiantes, los cuales plantean precisamente la necesidad de descubrir su conexión dentro del sistema del universo.

§ 66. Interpretación, generalización y particularización

La ley científica es una imagen racional formada para explicar el comportamiento de los procesos existentes. Así, la ley es la expresión de los aspectos y de las relaciones más generales y fundamentales de la existencia. Por esto, la ley representa al universo en un sentido más profundo y amplio que la percepción sensible directa. En la ciencia se conectan e interpretan continuamente los resultados obtenidos experimentalmente y, cuando una relación queda suficientemente determinada, entonces, se formula como una ley. Por lo tanto, la ley define las condiciones que son cumplidas por todos los elementos pertenecientes a una clase, entre su estado presente y su estado en la fase siguiente de su desarrollo. Por consiguiente, toda ley involucra al principio de causalidad. Además, las relaciones entre un conjunto de resultados experimentales pueden ser interpretadas racionalmente de diversas maneras. Pero, entre

todas las conexiones racionales que hacen posible su explicación, la existencia objetiva acaba por imponer una sola y de un modo inequívoco; y esto puede ocurrir aun antes de que se realice por entero el proceso lógico conducente al establecimiento racional de dicha conexión. Tal cosa es lo que expresa Einstein, cuando dice: "el desarrollo histórico ha demostrado que, entre todas las construcciones teóricas imaginables, invariablemente existe una que es la que comprueba ser superior a todas las demás... [y] nadie que realmente tenga cultura científica puede negar que es el mundo de las percepciones el que determina al sistema teórico, de un modo efectivo e inequívoco, aun cuando no siempre se ponga al descubierto el camino lógico que conduce a los fundamentos de la teoría".[24]

Ahora bien, la comprobación de la objetividad de las relaciones establecidas racionalmente se efectúa por medio de su verificación en las manifestaciones de los procesos existentes. Toda hipótesis establecida para interpretar experimentos anteriores comprende dos tipos de elementos, unos están contenidos implícitamente y representan ciertas relacionas ya comprobadas entre los procesos, en tanto que otros elementos, contenidos de modo explícito, son los postulados peculiares de la hipótesis y expresan relaciones posibles entre los procesos. Estas relaciones postuladas se refieren a caracteres de clase, es decir, a las características de un conjunto de procesos, o bien a caracteres susceptibles de variar como funciones de los procesos de una misma clase. Una clase puede estar compuesta por un número finito y pequeño de elementos, o por un número finito y muy grande o bien por un número infinito. Pero, generalmente, lo que se tiene es una clase formada por un número muy grande de elementos —en rigor, por un número infinito— y, por lo tanto, sólo se puede efectuar la experiencia con un número limitado de dichos elementos. Tales experiencias pueden conducir a dos resultados distintos: en unos casos se concluye que la explicación supuesta no es satisfecha por los elementos contrastados y, en otros casos, se comprueba en todos los elementos experimentados por igual. En el primer caso, la verificación es cierta y negativa, ya que el conjunto de elementos, como clase, no manifiesta la relación

[24] Discurso pronunciado en ocasión del sexagésimo aniversario de Max Planck, en 1918; en Hermann Weyl, *op. cit.*, pág. 153.

postulada. Pero, en el segundo caso, es necesario practicar una generalización para extender la explicación verificada en un grupo de elementos a la clase entera. Esta generalización se efectúa por medio de una interpretación probabilística del resultado obtenido, con arreglo a las leyes del cálculo de las probabilidades y al principio de continuidad.[25]

Por todo esto, resulta que la interpretación de las experiencias depende, en parte, de las categorías y de las demás postulaciones implícitas en la hipótesis que se verifica y, también en parte, depende de los resultados obtenidos. O sea, que está condicionada por ciertos resultados experimentales sistematizados en forma de categorías, por otras relaciones postuladas específicamente y por los nuevos resultados adquiridos. Por otro lado, cuando la experiencia sugiere una explicación hipotética, entonces es necesario desarrollar racionalmente sus consecuencias, siempre con el propósito de establecer conclusiones que sean susceptibles de una prueba experimental; porque los supuestos se verifican solamente a través de la confirmación objetiva de las conclusiones a que conducen. Igualmente, de toda ley comprobada objetivamente como teoría se infieren consecuencias lógicamente necesarias, cuya validez dependerá de los resultados experimentales posteriores. Esta verificación experimental se obtiene, en todo caso, como una probabilidad. Sin embargo, es posible alcanzar un grado de probabilidad tal que casi coincida con la estricta certeza, sobre todo cuando las consecuencias obtenidas por la postulación de esos supuestos concuerdan íntegramente con los resultados de la experiencia. Lo cual se logra con la realización de un número suficientemente grande de experimentos y cuando se consigue predecir y estructurar a los nuevos procesos que vayan a producirse de tal manera que, al final, se obtenga la confirmación de que el resultado corresponde a nuestra esperanza.[26] Además, en cada experimento se logra una nueva determinación de los supuestos implícitos en las explicaciones hipotéticas, los cuales quedan comprobados así de manera cada vez mejor definida. Y lo mismo ocurre con las leyes de la probabilidad y con el principio de continuidad, en

[25] Federico Enriques, *Problemas de la lógica*, Buenos Aires-México, Espasa-Calpe, 1947; págs. 223-228.

[26] Weyl, *op. cit.*, pág. 157.

los cuales se funda la generalización de los resultados de la experiencia y que, como toda ley científica, se confirman y se determinan de modo creciente en cada experiencia. De esta manera, las consecuencias inferidas de una teoría por necesidad lógica, terminan por constituirse en las imágenes racionales de las consecuencias objetivamente necesarias que se producen en el correspondiente comportamiento de los procesos existentes.

La formulación de una teoría como ley científica de cumplimiento universal, comprende un laborioso trabajo de investigación, tanto especulativa como experimental, cuya ilustración clara la podemos encontrar en los estudios realizados por Newton, antes de que se decidiera a publicar finalmente su teoría de la gravitación, como una generalización a todos los procesos del universo de las relaciones observadas entre las masas que constituyen el sistema solar. Muchas veces, en una teoría se incluyen algunas hipótesis parciales, aun cuando siempre se procura que éstas sean en el menor número posible. Estas hipótesis parciales o transitorias, permiten la corrección experimental de la teoría; no obstante que, en ocasiones, el resultado final lleve justamente a la refutación de las propias hipótesis secundarias y a su correspondiente sustitución por otras.[27] Por otra parte, la fragilidad crítica de una teoría establecida radica en la verificación de los resultados cuantitativos que anticipa con exactitud. En este sentido, algunas veces se llegan a formular teorías que no anticipan nada definitivo o que sólo anuncian vagos resultados cualitativos. En tales casos, parece ser más difícil que la teoría pueda derrumbarse; pero esta aparente firmeza va aparejada con la superficialidad o la inutilidad científica de semejante teoría. Por otro lado, al coordinar un gran conjunto

[27] Así, por ejemplo, en la teoría newtoniana se consideró, tácitamente, que cada acontecimiento ocurría en el instante de su percepción visual. Pero, más tarde, Roemer descubrió que la luz tiene una velocidad finita de propagación; a través de la observación de las desviaciones aparentes sufridas en su movimiento real por los satélites de Júpiter, comparadas con el movimiento previsto por la teoría. Entonces, la hipótesis empleada —la propagación instantánea de la luz— quedó probada después como falsa. Sin embargo, fue la postulación de esta burda aproximación —junto con otras premisas tomadas de los resultados experimentales— lo que condujo al descubrimiento de su inexactitud, con su consiguiente refinamiento y corrección. Weyl, *op. cit.*, pág. 152.

de resultados descubiertos experimentalmente en una explicación general y única, este conjunto finito y discontinuo de hechos experimentales se transforma en una teoría continua que se cumple en el número infinito de casos comprendidos en una clase entera de procesos. A más de esto, la teoría científica no solamente tiene una significación lógica y estética, sino que también tiene un interés práctico considerable, ya que sirve para llegar al descubrimiento de procesos insospechados, constituyéndose ella misma en instrumento metódico; y, asimismo, permite comprender ciertos aspectos que no quedan esclarecidos directamente por el experimento.

Ahora bien, del mismo modo como es necesario adoptar un criterio riguroso en el caso de las manifestaciones concretas de las leyes generales de la existencia, para no incurrir en simplificaciones erróneas, así también, es indispensable proceder con un criterio certero en la determinación del método general, extrayéndolo de los procedimientos particulares que se siguen en las investigaciones concretas, para excluir la simplificación inoperante y la falsa subordinación. Así nos encontramos con una correlación muy importante entre las diversas ciencias, tanto naturales como sociales. Tal como lo hemos apuntado en los ejemplos clásicos que tomamos de su desarrollo histórico, los métodos generales han sido extraídos unas veces de una ciencia natural y otras ocasiones de una ciencia social, para extenderlos después al conocimiento científico en su conjunto. Y esto, que es cierto para lo general, también resulta aplicable para los procedimientos metódicos parciales. De este modo, el estudio de los métodos específicos de investigación resulta fecundo para todas las ciencias. En realidad, dentro del método científico quedan incluidos todos los procedimientos que se aplican en la obtención y en la constitución del conocimiento. De este modo, forman parte del método los procedimientos generales, las caracterizaciones específicas que ellos adquieren en cada uno de los dominios científicos, las operaciones investigadoras, las secuelas demostrativas, las formas de exposición y las técnicas de experimentación. Por su parte, los caracteres generales de los métodos de investigación que la lógica extrae de la ciencia misma, se particularizan en cada una de las disciplinas con arreglo a la determinación específica de los procesos estudiados. Por ello es que ni los procedimientos de investigación, ni las técnicas experimentales, ni tampoco los desarrollos demostrativos son idénticos en todos los dominios científicos. No

obstante, sus características comunes se mantienen en todas y cada una de sus determinaciones particulares. Así observamos cómo se muestran de un modo peculiar en la matemática y de otra manera en la física, en la biología, en la psicología, en la economía o en la historia; pero, a la vez, estas particularizaciones que adoptan los instrumentos metódicos generales, se reflejan en el conjunto y se manifiestan en aspectos parciales de otras disciplinas. Además, como ocurre con todo el conocimiento, los procedimientos metódicos se encuentran en continuo desenvolvimiento histórico y sistemático, que se produce justamente en la ejecución del trabajo de investigación de la ciencia al cual sirven de plan y de instrumento.

§ 67. Procedimientos de investigación, de sistematización y de exposición

En rigor, el método de la ciencia es único y sus diferencias parciales señalan simplemente otras tantas etapas de su desenvolvimiento, en recíproca acción con el progreso del conocimiento. El hecho de que en el universo todo se encuentre entrelazado en un conjunto inseparable, o sea, que la materia en movimiento en todas sus manifestaciones se encuentre en una conexión indisoluble, sirve de fundamento inconmovible a la consideración de la unidad del universo y, con ella, a la unidad del método científico. Es cierto que la física no es un simple modelo de la matemática, ni la biología es una química aplicada, ni tampoco la economía es una mera extensión de los procesos biológicos, del mismo modo que la historia no consiste exclusivamente en el desenvolvimiento económico de la sociedad; sino que cada una de ellas se distingue definidamente de las otras, tanto por su dominio propio como por las leyes que le son peculiares. Pero, con todo, la investigación científica se practica en todos los campos del conocimiento con arreglo a los mismos instrumentos metódicos generales. Entonces, las diferencias que se aprecian entre el método de la física y el de la historia, o entre las operaciones metódicas típicas de la biología y las de la economía, son sencillamente las diferencias específicas que se manifiestan en la particularización del método, siempre uno y el mismo, de acuerdo con el dominio de que se trate y conforme a las características objetivas de los procesos o aspectos comprendidos en tal nivel de la existencia.

Por otro lado, para servir como instrumento en la determinación científica, el método tiene que representar en cierto modo las propiedades generales del universo. Y, por ello, el método no establece un camino recto e inmutable, sino que, por lo contrario, trata de comprender el desenvolvimiento inarmónico de los procesos, descubriendo las contradicciones inherentes a su naturaleza misma, lo cual hace que la propia tarea investigadora se vea compelida a seguir una trayectoria quebrada y llena de obstáculos, que sólo puede salvar al superarlos dialécticamente.[28]

Dentro de su unidad, en el proceso de descubrimiento y de invención de la ciencia se pueden distinguir tres modalidades: la investigación propiamente dicha, la sistematización y la exposición. Y, en correspondencia con ellas se destacan tres tipos de procedimientos metódicos. "La investigación tiene que apropiarse la materia en detalle, analizar sus formas diversas de desarrollo y descubrir su vínculo íntimo." En la sistematización se encuentra la conexión que guarda el nuevo conocimiento adquirido con los otros, por la cual se le incorpora a la estructura científica y, llegado el caso, se hacen las transformaciones necesarias en dicha estructura de acuerdo con el nuevo resultado de la investigación. Sólo después de realizado este trabajo es que el desenvolvimiento del proceso existente, tal como ha sido determinado, puede ser expuesto en forma convincente. Cuando esto se logra, se tiene una imagen racional en la cual se expresa la existencia material del universo. Entonces, y sólo entonces, es que "puede parecer que se trata de una construcción *a priori*"; esto es, cuando puede parecer plausible la inversión idealista del proceso del conocimiento, haciendo que "el hijo sea quien engendre al padre".[29]

Tal como lo expresa Descartes, los procedimientos de exposición nos permiten presentar la verdad de los conocimientos, una vez que han sido descubiertos. Estos procedimientos constituyen la fase metodológica del discurso científico. Con arreglo a ellos, los científicos exponen aquello que han logrado descubrir —siguiendo los procedimientos metódicos de investigación— para transmitirlo y

[28] José Stalin, "Sobre el materialismo dialéctico y el materialismo histórico"; en *Cuestiones del leninismo,* México, Ediciones Sociales, 1941, páginas 635-666.

[29] Marx, *El capital,* ed. cit. Palabras finales a la segunda edición, página 17.

ofrecerlo a la crítica de los otros científicos. Aplicando estos procedimientos, que son un producto de la propia experiencia científica, se evita la comisión de errores en la expresión que se imparte al conocimiento adquirido. En este sentido, la exposición adopta generalmente la forma de la inferencia deductiva; destacando así cómo el cumplimiento de la lógica formal constituye una condición primaria y necesaria, pero insuficiente, para que las proposiciones muestren la posibilidad de ser verdaderas. De esta manera, se consigue presentar la concordancia interna del discurso racional. A la vez, puesto que permite evitar el equívoco y la ambigüedad en la expresión del conocimiento conquistado por la investigación, la inferencia deductiva acusa claramente la importancia de su carácter negativo dentro del método científico.[30]

La sistematización permite enlazar los nuevos conocimientos con el conjunto de los conocimientos anteriores; de tal manera que, partiendo de uno de sus elementos, se puede llegar racionalmente a cualquier otro de los elementos del sistema, ya sea de manera directa o mediata. Por consiguiente, por medio de la sistematización de la ciencia se consigue explicar recíprocamente a unos conocimientos por otros. De este modo, la sistematización consiste primordialmente en probar o demostrar racionalmente un nuevo conocimiento, con fundamento en el sistema ya establecido con los conocimientos anteriores. Para esto se emplean generalmente la deducción y la inducción. Así, partiendo de un juicio comprobado se infieren sus consecuencias y se consigue una prueba por síntesis deductiva. Cuando se resuelve sucesivamente un problema en otros problemas, hasta lograr volver deductivamente al punto de partida, se obtiene una prueba por análisis problemático. Con base en el principio de exclusión de tercero, al demostrar la falsedad del juicio contradictorio al que se quiere probar, se infiere por reducción al absurdo la veracidad del juicio en cuestión. Cuando se parte del supuesto de que un juicio ya está probado, deduciendo de él otros juicios que resultan verdaderos, entonces, se infiere la verdad del juicio tomado primero hipotéticamente como demostrado. Eliminando sucesivamente las posibles alternativas, hasta poner al descubierto el límite al cual se aproxima una determinación, se obtiene

[30] Abel Rey, *Lógica,* Madrid, Ediciones de La Lectura, 1927, págs. 19, 63, 64 y 66.

una prueba por exhaustación. La transcripción de los elementos de un problema como elementos de otro conjunto, para encontrar en éste la demostración rigurosa, es el procedimiento de representación empleado, por ejemplo, en la geometría analítica y en la lógica matemática.

Ahora bien, no obstante el rigor que pueda ser empleado en una demostración racional, nunca se obtiene así una comprobación plena. Y, lo que es más, ya Kant se ha encargado de mostrar cómo las pruebas racionales más estrictas conducen, justamente, a las antinomias de la razón. Además, el examen de las pruebas que se consideran indispensables para demostrar la consistencia lógica de un sistema, nos lleva a resumirlas, en último término, en la prueba de su compatibilidad y de la integridad de sus condiciones; o sea, que se concentran en la simple exigencia de la ausencia de contradicción entre sus elementos, junto con la consideración explícita de todas las relaciones que son necesarias como fundamentos. Sólo que, en la realidad, resulta que estos requisitos no pueden quedar satisfechos de manera completa por sistema alguno. En primer lugar, las consecuencias deducibles de los elementos ya determinados de un sistema son infinitas e inagotables; y, por lo tanto, nunca puede existir la certeza de que no se haya omitido alguna relación necesaria. Por otro lado, tal como lo han probado Brouwer y Weyl, la compatibilidad de un sistema tiene que aceptarse siempre como una convención. Y, por lo demás, aun aceptando la falta de contradicción en cada uno de los sistemas construidos, se trataría de una ausencia de contradicción interna y relativa, frente a la contradicción radical y simultánea entre unos sistemas y otros.[31] Por otra parte, las demostraciones más estrictas que se han hecho en la matemática —disciplina en la cual se emplea el rigor racional en su máxima expresión— nos confirman cómo un sistema elemental sólo puede ser probado recurriendo a medios matemáticos superiores a los incluidos dentro de dicho sistema; con lo cual, la transferencia sucesiva de la prueba a sistemas más elevados hace que, por lo menos, el último sistema utilizado como probatorio quede sin demostración. A más de esto, no existe propiamente un rigor absoluto; ya que incluso en la matemática el rigor exhibe claramente

[31] Tal como ocurre, por ejemplo, entre el sistema de la geometría euclidiana y los sistemas de las geometrías no-euclidianas.

su carácter histórico. Por esto, lo que pareció riguroso a Euclides o a Gauss, ya no es considerado como riguroso por los matemáticos actuales. Entonces, llegamos a la conclusión de que la consistencia lógica de un sistema significa, en último extremo, que las consecuencias inferidas lógicamente no se encuentren en desacuerdo con los experimentos realizados. Y, por lo tanto, tenemos que la única demostración objetiva de un sistema, es la de su aplicabilidad en los procesos existentes, como prueba de que refleja acertadamente su desarrollo real.[32]

Finalmente, los procedimientos de investigación permiten descubrir nuevos procesos y adquirir nuevos conocimientos sobre ellos. Estos procedimientos son eminentemente dialécticos, aun cuando incluyen también a la inducción y a la deducción como fases parciales y necesarias, pero no suficientes. Resumiendo lo que hemos expuesto ya sobre el método dialéctico, podemos insistir en los siguientes puntos indispensables para realizar una investigación fructuosa: Hacer un análisis objetivo y concreto del proceso existente. Descubrir el conjunto de conexiones internas del proceso, en todos sus aspectos, en su movimiento y en su desarrollo propios. Indagar los aspectos y los momentos contradictorios, considerando al proceso como una totalidad y como una unidad de contradicciones. Examinar el conflicto interno de los opuestos, el desenvolvimiento de su lucha, sus cambios, su alternación y sus tendencias. Descubrir y analizar las conexiones del proceso con los otros procesos, en su actividad y en su influencia recíproca. Estudiar las transiciones del proceso, entre sus diversos aspectos y sus contradicciones, en las distintas fases que manifiesta y en su continuo devenir. Comprobar reiteradamente en el experimento todo aquello que haya sido reconstruido, generalizado y explicado racionalmente, con base en los experimentos anteriores. Profundizar y ampliar constantemente la investigación, sin tomar jamás a conocimiento alguno como definitivo o inmutable.

De esta manera es como la ciencia ha podido establecer y sigue enriqueciendo continuamente la concepción objetiva y racional del universo. En esta concepción se refleja la conexión estrecha e indi-

[32] Dirk J. Struik, "Mathematics"; incluido en *Philosophy for the future, the quest of modern materialism,* editado por Roy Wood Sellars, V. J. McGill y Marvin Farber, New York, The Macmillan Company, 1949, páginas 130, 140 y 146.

soluble entre todos y cada uno de los procesos existentes. Pero esta interdependencia universal no es una ligazón informe o un caos sin estructura. Por lo contrario, la totalidad del universo manifiesta una estructura determinable, cuyo movimiento deviene inteligible para el hombre sin necesidad de considerar a nada como trascendente al universo mismo. El orden y la estructura son producto de la acción recíproca, de la conjugación de los conflictos y las soluciones, de las destrucciones y las creaciones, de las transformaciones y las eliminaciones, de las contingencias y las necesidades, de las perturbaciones y las involuciones. El orden surge del devenir y la estructura se origina en el movimiento; los desórdenes relativos preparan un orden nuevo y lo manifiestan, los trastornos en la estructura exhiben conexiones más íntimas y profundas entre sus elementos. De este modo, el orden y la estructura no son extraños en nada al movimiento dialéctico, sino que son las formas en que éste se pone al descubierto.[33]

En esta concepción científica del universo se destaca también cómo la existencia excede al pensamiento, exigiendo siempre una penetración mayor en sus manifestaciones y una revisión constante de las leyes descubiertas. La existencia del universo determina nuestra conciencia de su existencia; y la existencia de nuestro pensamiento determina la reflexión nuestra sobre este pensamiento. Por lo tanto, las contradicciones del pensamiento no provienen solamente del pensamiento, sino que son impuestas por la dialéctica de la existencia universal. El encadenamiento de las contradicciones constituye la expresión del movimiento universal de su contenido y se eleva hasta el nivel de la conciencia y de la reflexión. La dialéctica, como movimiento del pensamiento, no tiene lugar sino en un pensamiento en movimiento. Por consiguiente, ya sea bajo la forma de una teoría general del devenir y de sus leyes, de una teoría del conocimiento o de una ciencia de la lógica, la dialéctica es un instrumento para la investigación y para la acción en el mundo. En consecuencia, la propia exposición de la dialéctica es siempre su expresión en un momento determinado y en un nivel definido de la investigación de la ciencia y de la actividad social.

La energía creadora de la dialéctica se extiende y se manifiesta en la práctica humana. La experiencia y la razón, la inteligencia y

[33] Lefebvre, *Le matérialisme dialectique*, ed. cit., pág. 91.

la acción, el conocimiento y la creación pueden oponerse de un modo abstracto y unilateral, pero, en todo caso, son unificados por la práctica y superados en la práctica. La meta de la dialéctica se encuentra en el perfeccionamiento y la profundización de la práctica y, por consiguiente, en la transformación de la práctica actual en una práctica social consciente, coherente y libre. De este modo, la teoría y la práctica, el conocimiento y la acción creadora son inseparables. Entonces, la lógica dialéctica no consiste en un arbitrario juego de símbolos o en una serie de convenciones hechas por el hombre, sino que es la expresión activa del universo tal como es conocido y reflejado por la razón humana. En esta forma, la lógica dialéctica es el instrumento científico indispensable para explicar cómo existen y, más aún, cómo se desarrollan los procesos de la naturaleza, de la sociedad y del pensamiento, para poder prevenirlos o propiciarlos, atenuarlos o intensificarlos. Y, con ello, la lógica dialéctica permite al hombre actuar con una eficacia creciente en el mundo, realizando su objetivo indeclinable de mejorar las condiciones de la vida humana.

Apéndice XII

El método axiomático

La conocida disposición utilizada por Euclides en sus *Elementos* para exponer demostrativamente la geometría, constituye la primera exposición axiomática de una disciplina científica. En esa exposición se enuncian 23 definiciones, 5 postulados y 9 nociones comunes, cuya validez se admite como evidente, para probar después los teoremas geométricos por medio de inferencias correctas basadas en ellos. Por consiguiente, en la exposición euclidiana todos los teoremas son implicados o deducidos del grupo de axiomas constituido por las nociones comunes, los postulados y las definiciones. Seguramente, el método empleado por Euclides fue el procedimiento concreto consistente en tomar el cuerpo de conocimientos establecidos en su época y formularlos sistemáticamente, para lo cual idealizó los conceptos implicados y seleccionó entre las relaciones conocidas un pequeño número de principios elementales, para derivar después todos los demás por deducción. A partir de

entonces, la estructura axiomática de la geometría euclidiana ha sido considerada como un modelo de rigor y simplicidad para las disciplinas científicas. Ese mismo procedimiento fue utilizado por Newton para sistematizar la mecánica. Dicho método axiomático concreto es un poderoso instrumento racional que es aplicable en el momento en que una ciencia está tomando forma, o sea, cuando ya son discernibles las leyes generales que gobiernan los procesos que estudia. En tal caso, la tarea consiste simplemente en hacer una colección completa de los conceptos fundamentales o categorías de la ciencia en cuestión, lo mismo que de sus relaciones principales, para derivar después por definición los otros conceptos y, por deducción, los teoremas. De esa manera, el método axiomático permite comprender mejor la ciencia en su conjunto, al separar claramente las deducciones lógicas rigurosas, de las consecuencias concretas que de ellas se desprenden y las cuales se apoyan en una determinada interpretación también concreta de ese esquema axiomático.

Por otra parte, durante varios siglos se hicieron esfuerzos considerables para encontrar la demostración de los axiomas euclidianos y, en particular, del quinto postulado relativo a las paralelas. Como es sabido, tales esfuerzos culminaron en un resultado justamente opuesto al buscado, como fue la prueba encontrada por Lobachevski de la imposibilidad de demostrar dicho postulado o, lo que es lo mismo, de su independencia lógica respecto a los otros axiomas.[34] Debido a su independencia, el postulado de las paralelas pudo ser sustituido por su negación contradictoria, tanto en el sentido de postular que por un punto exterior a una recta pasan dos o más paralelas, en vez de una sola, como en el de postular que no pasa ninguna paralela. Entonces, introduciendo este nuevo postulado se construyeron las geometrías no-euclidianas y se puso en claro que la demostración formal tiene que detenerse en ciertas proposiciones admitidas sin prueba, para no proseguir el procedimiento demostrativo buscando pruebas hasta el infinito. Con base

[34] Nicolai I. Lobachevski, *Pangéométrie ou précis de Géométrie fondée sur une théorie générale et rigoureuse des paralleles,* incluido en *Collection complète des oeuvres géométriques de N. I. Lobatchefsky,* vol. II, Kazán, 1886, págs. 615-680. *(Pangeometría,* Suplementos del Seminario de Problemas Científicos y Filosóficos, México, U. N. A. M., Núm. 10, primera serie, traducción de Eli de Gortari, 1956.)

en lo anterior, se fortalecieron los propósitos de formalización y se realizó un análisis lógico penetrante y sumamente riguroso de los fundamentos de la geometría y de la aritmética. Así fue como Peano estableció un sistema formado por 5 axiomas para inferir, a partir de ellos, todos los teoremas de la aritmética.[35] Igualmente, Hilbert estableció un sistema constituido por 20 axiomas, para derivar de él todos los teoremas de la geometría elemental.[36] Por su parte, Zermelo formuló la axiomatización de la teoría de los conjuntos.[37] Y finalmente, en esa etapa inicial de la axiomática, Whitehead y Russell establecieron la formalización de los fundamentos de la matemática.[38] Al propio tiempo, se encontró que las relaciones lógicas expresadas por los axiomas también se cumplen para otros muchos conceptos diferentes, o sea, que la validez de las demostraciones se funda en la estructura de las proposiciones axiomáticas, más que en algún contenido particular de los conceptos relacionados por ellas. Por lo tanto, se vino a considerar que los términos que figuran en los axiomas son 'conceptos vacíos', los cuales sólo adquieren el significado que les imparten las relaciones enunciadas en los axiomas y, luego, en las definiciones y los teoremas.

En esas condiciones, resulta posible sustituir los términos correspondientes a los 'conceptos vacíos', introduciendo cualesquiera otros términos en los axiomas, con tal que se conserven las mismas relaciones lógicas entre ellos. Así, por ejemplo, consideremos los axiomas de Peano, que tienen el siguiente enunciado:

I. Cero es un número.
II. Todo número tiene su sucesor, que es otro número.
III. No hay dos números que tengan el mismo sucesor.
IV. Cero no es sucesor de ningún número.

[35] Giuseppe Peano, *Arithmetices Principia nova methodo exposita,* Turín, 1889.

[36] David Hilbert, *Grundlagen der Geometrie,* Leipzig, 1899. *(Fundamentos de la Geometría,* Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, traducción de F. Cebrián, 1953.)

[37] Ernst Zermelo, "Untersuchungen über die Grundlagen der Mengenlehre", *Mathematische Annalen, 65,* 1908, págs. 261-281.

[38] Alfred North Whitehead y Bertrand Russell, *Principia Mathematica,* Cambridge, Inglaterra, 3 vols., 1910-1913.

V. Cualquier propiedad que pertenezca a cero y al sucesor de cualquier otro número que tenga también esa propiedad, pertenece a todos los números.

Entonces, es posible sustituir los cuatro 'conceptos vacíos' que figuran en los axiomas anteriores, por otros términos. Por ejemplo, podemos sustituirlos conforme al siguiente código:

cero = bobo
número = tonto
sucesor = tarugo
propiedad = necedad

Con lo cual obtenemos los siguientes enunciados:

I.* El bobo es un tonto.
II.* Todo tonto tiene su tarugo, que es otro tonto.
III.* No hay dos tontos que tengan el mismo tarugo.
IV.* El bobo no es tarugo de ningún tonto.
V.* Cualquier necedad que pertenezca al bobo y al tarugo de cualquiera otro tonto que tenga también esa necedad, pertenece a todos los tontos.

Como se puede advertir, los enunciados señalados con un asterisco son equivalentes lógicamente a los primeros, ya que solamente hemos empleado distintos términos para representar los 'conceptos vacíos'. Lo cual quiere decir que existe un gran número de modelos que tienen la misma estructura lógica y que, por ello, son isomorfos. Desde luego, partiendo de los axiomas con asterisco podríamos establecer las definiciones y deducir los teoremas de la aritmética en un lenguaje pintoresco. Así, por ejemplo, la definición de la suma de un número cualquiera con cero, sería:

Entre un tonto cualquiera o el bobo, nos quedamos con el tonto.

Y la definición del producto de un número cualquiera por cero, sería:

Un tonto cualquiera unido al bobo, deja sólo al bobo.

Por supuesto, lo anterior significa sencillamente que un mismo sistema de axiomas permite una multitud de interpretaciones o modelos específicos diferentes.

Ahora bien, volviendo al método axiomático, los resultados anteriores hicieron que se desarrollara ampliamente la axiomatización de varias disciplinas matemáticas, formalizándolas en sistemas compuestos por cuatro tipos de proposiciones: axiomas, definiciones, reglas de operación y teoremas. Los axiomas son proposiciones elementales en las cuales se postulan relaciones primitivas entre conceptos no-definidos; o sea, que los axiomas son definiciones implícitas en las que simplemente se declaran los conceptos no-definidos, mediante su inclusión en la relación primitiva que enuncian. Las definiciones introducen nuevos conceptos, que se definen en función de los conceptos no-definidos que figuran en los axiomas; es decir, que las definiciones declaran explícitamente los nuevos conceptos que introducen, refiriéndolos a los conceptos no-definidos y a sus relaciones primitivas. Por su parte, las reglas de operación permiten construir nuevas proposiciones a partir de los axiomas y definiciones; para lo cual se utilizan los preceptos canónicos de la identidad, la no-contradicción y la exclusión de tercero, junto con las reglas de inferencia de la deducción formal. Por último, los teoremas son las proposiciones que se obtienen directamente a partir de los axiomas o definiciones o, indirectamente, con apoyo en otros teoremas previamente demostrados, aplicando siempre las reglas de operación aceptadas.

De esa manera quedó constituido el método axiomático formal como instrumento para construir la estructura abstracta de las disciplinas científicas, empezando con los conceptos y las relaciones primitivas de los axiomas, y desarrollando entonces sus consecuencias formales, sin hacer referencia a ningún significado concreto ni específico. Lo que es más, se llegó a considerar que los axiomas son establecidos arbitrariamente *a priori,* sin tener que recurrir para nada a las nociones intuitivas, la observación, la experimentación y, en general, la realidad objetiva. Entonces, una vez establecido el grupo de axiomas correspondiente a una disciplina, de ellos se deben poder derivar deductivamente todas las otras propiedades que la integran, expresándolas como teoremas. En todo caso, la demostración formal de cada teorema tiene que establecerse por medio de una secuencia finita de inferencias, cada uno de las cuales tiene como premisas a los axiomas, o bien, a otros teoremas ya demostrados. En esas condiciones, inclusive se hicieron intentos para establecer nuevas disciplinas científicas, formulando arbitrariamente siste-

mas de axiomas y definiciones. Pero, tales intentos resultaron infructuosos, porque solamente en el caso de la construcción de un edificio es que se empieza por los fundamentos o cimientos; aunque, en el proyecto del mismo edificio, el ingeniero tiene que calcular hasta lo último los cimientos. En lo que respecta a las disciplinas científicas, los fundamentos solamente pueden llegar a ser conocidos en una etapa relativamente avanzada de su desarrollo; y, por ende, únicamente entonces es que dicha disciplina es susceptible de ser formalizada axiomáticamente. Sin embargo, a sabiendas de que no es posible inventar a voluntad una disciplina científica, el método axiomático suministra explicaciones lógicas sobre una ciencia, en tanto retrocede a sus relaciones primitivas y, luego, asciende de nuevo a las proposiciones derivadas, a través de una rigurosa consecuencia. De ese modo se han descubierto graves incorrecciones lógicas que habían pasado inadvertidas y, también, se han podido introducir explícitamente las relaciones necesarias y excluir aquellas que eran redundantes. Por otra parte, el propio método axiomático permite determinar cuáles son los axiomas que se pueden eliminar sucesivamente para llegar a teorías cada vez más generales; o, por lo contrario, cuáles axiomas han de agregarse sucesivamente para obtener teoremas cada vez más numerosos y precisos.

Apéndice XIII

Insuficiencia de la axiomatización

El método axiomático ha encontrado su campo de investigación más fecundo en la matemática. En su formalización abstracta, la matemática es considerada como una disciplina que deriva las conclusiones implicadas lógicamente en cualquier grupo de axiomas dado, sin preocuparse por decidir acerca de la validez de su contenido. Lo cual significa que, respecto a los axiomas, lo único importante es que en ellos se apoyen las inferencias que conducen a los teoremas. Por lo tanto, no solamente se consideran 'vacíos' los conceptos que figuran en las proposiciones primitivas, sino que los axiomas mismos resultan carentes de contenido, puesto que solamente representan la estructura de la relación que formulan. En tales condiciones, los axiomas no son verdaderos ni falsos. Además,

para que un axioma llene su función, no se requiere que cumpla singularmente más condición que la de no ser una proposición autocontradictoria. En cambio, en su conjunto, el grupo de axiomas tiene que satisfacer tres condiciones ineludibles, que son la consistencia, la completividad y la independencia del sistema que constituyen. De esa manera, la formalización axiomática implica la certeza de que la matemática se funda en la posibilidad de demostrar que el grupo de axiomas establecidos forma un sistema tal que no conduzca a contradicciones y, a la vez, que sea completo y no admita ninguna secuencia lógica que lleve de un axioma a otro. En otras palabras, lo que se exige de un sistema de axiomas es, al contrario de lo expresado por el conocido proverbio, que en el sistema estén todos los axiomas que son y, a la vez, que lo sean efectivamente todos los que están así considerados. Sólo que, como ya lo advertía claramente Weyl, esto resulta mucho más fácil decirlo que hacerlo.[39]

En rigor, las condiciones exigidas a los sistemas de axiomas constituyen un campo de investigación, cuyo programa fue delineado con precisión por Hilbert. Así, dice que su formalización de los fundamentos de la geometría "es un ensayo para construir la geometría sobre un sistema completo de axiomas, lo más sencillo posible".[40] Además, considera que sus "cinco grupos de axiomas... no están en contradicción unos con otros, esto es, que no es posible, mediante procedimientos lógicos, deducir de ellos hechos que contradigan a los axiomas establecidos".[41] Y que, "después de haber reconocido la no-contradicción de los axiomas, interesa investigar si todos ellos son independientes entre sí... (esto es) que no es posible derivar, mediante procedimientos lógicos, ninguna parte esencial de un determinado grupo de axiomas, de los grupos de axiomas precedentes".[42] La exigencia de que el sistema sea completo, significa que se deben formular expresamente todos los axiomas, de tal manera que nunca haga falta introducir algún nuevo axioma para la construcción de teoremas. La consistencia del sistema de

[39] Hermann Weyl, *Philosophy of Mathematics and Natural Science*, Princeton, Princeton University Press, 1949, pág. 19.

[40] Hilbert, *op. cit.*, pág. 1.

[41] Hilbert, *op. cit.*, pág. 38.

[42] Hilbert, *op. cit.*, págs. 41-42.

axiomas impone la condición de que no sea posible establecer por medio de inferencias válidas, alguna proposición que se encuentre en contradicción con otra proposición ya demostrada y, por supuesto, menos aún con alguno de los axiomas mismos. La otra exigencia es la de que los axiomas sean lógicamente independientes, esto es, que no sea posible obtener ninguno de ellos como conclusión de una serie de inferencias, partiendo de alguno o algunos de los otros axiomas.

Como puede advertirse, en un sistema consistente, independiente y completo, queda excluida formalmente la posibilidad de resolver un problema de dos maneras opuestas. Y también, en tal caso, ante cualquier problema que se plantee, siempre resulta posible llegar a una decisión determinada. En cambio, mientras no se pruebe la independencia, la completividad y la consistencia de un sistema de axiomas dado, seguirá existiendo la posibilidad de llegar a descubrir que un axioma no es tal, o de encontrar algún teorema que contradiga a otro, o bien, de hallar algún teorema para cuya demostración sea imprescindible agregar un nuevo axioma. Por lo tanto, la prueba del cumplimiento de esas tres condiciones viene a ser el problema medular de la axiomática. Al propio tiempo, es pertinente señalar que dicho problema atañe igualmente a la lógica formal, ya que ésta también ha sido axiomatizada y, a la vez, los preceptos canónicos y reglas de inferencia de la lógica formal son parte integrante de todo sistema de axiomas. En consecuencia, la propia lógica tiene que cumplir la exigencia formal de constituir un sistema consistente, independiente y completo.

En realidad, cuantas veces se emplea el método axiomático, se plantea el problema de encontrar la prueba de su consistencia; ya que la conjunción de proposiciones inconsistentes implica que de ese mismo sistema es posible obtener cualquier proposición y, por consiguiente, no sólo hace que se derrumbe el sistema, sino que lo disuelve por entero. En el caso de las teorías axiomatizadas de la física, la prueba de su consistencia se ha conseguido mediante su interpretación o representación en un modelo objetivo concreto, en cuyo caso es posible investigar si los teoremas son verdaderos en relación con los procesos reales a los cuales se refiere. Sin embargo, en un sentido estrictamente formal, se trata de una prueba relativa, puesto que el problema no queda resuelto por el hecho de que los teoremas ya deducidos no se contradigan entre sí, ya que siempre

queda abierta la posibilidad de que un nuevo teorema viniera a poner al descubierto la inconsistencia del sistema. Por eso se ha buscado como medio de probar la consistencia de los sistemas axiomáticos, el reducirlos a los axiomas de una teoría matemática. Ahora bien, para los propósitos de la geometría, es suficiente con el hecho de que sean consistentes las condiciones establecidas por los axiomas de la geometría euclidiana, que constituyen su modelo. También se puede recurrir a la representación en el sistema de axiomas de la aritmética. Pero, en cualquier caso, siempre vuelve a surgir el problema de probar la consistencia de otro sistema de axiomas. Y, lo que es más, no sólo se requiere probar la consistencia de un conjunto de axiomas, sino del sistema formado por ese conjunto y los preceptos y reglas de la lógica formal. Es decir, debido a que cualquier sistema de axiomas es una transcripción de los teoremas de la lógica formal, resulta que el problema de probar que dicho sistema es consistente, equivale al problema de encontrar la prueba de la consistencia del sistema de axiomas de la lógica formal.

Un sistema de axiomas es completo cuando contiene todas las proposiciones necesarias y suficientes para deducir de ellas la totalidad de los teoremas expresables dentro de la disciplina fundada en dicho sistema. Así, cuando Euclides formalizó la geometría, indudablemente seleccionó los axiomas de tal manera que fuera posible deducir de ellos todos los teoremas conocidos y, también, aquellos otros que se pudieran establecer después. Además, antes de que se profundizara en el problema, se consideraba que tanto el sistema axiomático de la geometría como el de la aritmética eran completos o que, en caso de no serlo, por lo menos eran completables agregándoles un número finito y reducido de axiomas. En rigor, la completividad significa que toda proposición perteneciente a una disciplina se ha de poder derivar, lógicamente, de su respectivo sistema de axiomas. Por lo tanto, cuando un sistema de axiomas es completo, entonces aplicando el precepto canónico de la exclusión de tercero, resulta que entre dos proposiciones contradictorias siempre será posible demostrar que una de ellas es verdadera. En suma, un grupo de axiomas constituye un sistema cuando no falta ninguna de las proposiciones que son axiomas. Sin embargo, en la teoría de los números, por ejemplo, se tienen varias conjeturas famosas que no han podido ser demostradas ni tampoco refutadas.

Una de ellas es la hipótesis de Fermat,[43] otra es la conjetura de Goldbach;[44] y hay otras más, tanto en la teoría de los números como en otras disciplinas matemáticas. Pues bien, tal vez esas proposiciones son verdaderas, pero igualmente es posible que sean falsas. El hecho es que ni una cosa ni la otra puede ser probada en ninguno de los sistemas de axiomas establecidos hasta ahora. En consecuencia, dichas proposiciones son indecidibles, ya que no se pueden demostrar ni refutar, ni tampoco se puede probar que sean indemostrables o irrefutables.

Cuando se tiene un sistema de axiomas en el cual todos ellos son efectivamente proposiciones primitivas no deducibles recíprocamente, se tiene un sistema independiente. Por ende, de la misma manera en que un sistema es completo cuando no le falta ningún axioma, así también, un sistema es independiente cuando no le sobra ningún axioma. Ahora bien, los axiomas que no son independientes pueden ser eliminados del sistema, sin que se altere éste; ya que entonces no se trataba realmente de un axioma sino de un teorema. Por otra parte, cuando la consistencia interna de un sistema de axiomas se puede probar únicamente recurriendo a otro sistema de axiomas, entonces tenemos que, en rigor, el primer sistema es dependiente del segundo. En todo caso, la falta de independencia de los axiomas de un sistema significa, estrictamente, que todas las proposiciones de la disciplina en cuestión son teoremas y, por ende, se disuelve lógicamente el sistema de axiomas establecido; y, al propio tiempo, resulta posible seleccionar arbitrariamente diversos grupos de teoremas, para habilitarlos como axiomas, aunque a sabiendas de que ninguno de esos grupos constituye realmente un sistema de axiomas. El problema de la independencia de un axioma con respecto a los otros axiomas del mismo sistema, conduce a otro

[43] La hipótesis es la de que no existen cuaternas de números naturales, x, y, z, n, tales que con ellos se cumpla la relación: $x^{n+2} + y^{n+2} = z^{n+2}$. *Précis des Oeuvres Mathématiques de Pierre de Fermat et de l'Arithmétique de Diophante,* París, E. Brassinne, 1853, págs. 53-54.

[44] La conjetura es acerca de que todo número entero mayor que dos, si es par, es igual a la suma de dos números primos y, cuando es impar, entonces es un número primo o es igual a la suma de tres números primos. *Correspondance mathématique et physique de quelques célèbres géometres du XVIIIème siècle,* editor P. H. Fuss, Carta IX de Leonhard Euler a Christian Goldbach, de 10 de agosto de 1732, pág. 37.

problema de primordial importancia, como es la posibilidad de sustituir dicho axioma por su negación, sin causar una contradicción interna en el sistema en cuestión. Como primer ejemplo histórico de esa posibilidad tenemos la formulación de las geometrías no-euclidianas, cuyos axiomas son los mismos de la geometría euclidiana, con excepción del relativo a las paralelas, que fue sustituido por la negación contradictoria del postulado de Euclides. Por lo tanto, si un sistema de axiomas es consistente y sus axiomas son independientes, entonces el sistema sigue siendo consistente cuando se sustituye uno de los axiomas por su contradictorio.

En 1904, Hilbert señaló que la lógica simbólica podía ser tratada como una rama de la teoría de los números.[45] Y Gödel fue el primero en elaborar en detalle esa correspondencia, utilizándola para investigar las propiedades de los sistemas formalizados de axiomas. En efecto, en 1930, Gödel publicó la primera prueba de la independencia del sistema de axiomas constituido por las reglas de la lógica deductiva, demostrando que no es completo en sentido amplio, pero sí lo es en sentido estrecho [46] y, por lo tanto, resulta suficiente para la demostración de los esquemas formales de la lógica.[47] Al año siguiente, Gödel publicó su trabajo fundamental y ahora famoso, en el cual ofreció las pruebas de que ningún sistema de axiomas puede ser completo, ni tampoco puede ser consistente y, por consiguiente, puso al descubierto dos de las tres limitaciones insuperables que son inherentes al método axiomático.[48] La demostración de Gödel se encuentra expuesta en detalle en varios tra-

[45] D. Hilbert, "Über die Grundlagen der Logik und Arithmetik", *Verhandlungen des Dritten Internationalen Mathematiker-Kongresses in Heidelberg,* 1904, págs. 174-185.

[46] Un sistema de axiomas es completo en sentido amplio, cuando contiene los axiomas y reglas suficientes para deducir una proposición arbitraria cualquiera que, en la interpretación formal del propio sistema, sea una tautología. Y un sistema de axiomas es completo en sentido estrecho cuando, al agregarle en calidad de axioma cualquier proposición que no sea deducible del sistema original, se obtiene como resultado una contradicción.

[47] Kurt Gödel, "Die Vollstaendigkeit der Axiome des Logischen Funktionenkalkuels", *Monatshefte für Mathematik und Physik, 37,* 1930, páginas 349-360.

[48] K. Gödel, "Über formal unentscheidbare Saetze der *Principia Mathematica* und verwandter Systeme", *Monatshefte für Mathematik und Physik, 38,* págs. 173-198.

bajos conocidos, por lo cual nos limitamos a hacer referencia de ellos.[49] Con esa demostración terminó la etapa del formalismo axiomático dominada por el programa y los resultados de Hilbert, que fue intensamente creadora y bastante fructuosa, y durante la cual se desarrollaron muchas concepciones básicas y técnicas nuevas, pero que resultó no ser suficientemente crítica respecto a sus fundamentos y se caracterizó por la ignorancia de sus limitaciones. Por supuesto, las demostraciones de Gödel desencadenaron una profunda crisis en la axiomática, que ha venido a culminar con la prueba de Cohen, a la que nos referiremos adelante. Ante la imposibilidad de realizar el programa trazado por Hilbert, la axiomática entró en una fase más reflexiva y, en particular, agudamente crítica en relación con el formalismo.

El cambio de orientación en las investigaciones, como consecuencia de los resultados obtenidos por Gödel, llevó a examinar el problema de la consistencia relativa de los sistemas de axiomas. Esto es, en lugar de una prueba absoluta de la consistencia de un sistema formal, se buscó la manera de probar que, si un sistema de axiomas se puede considerar como consistente, entonces también es consistente otro sistema de axiomas que sea una extensión del primero. De nuevo, fue Gödel quien logró encontrar esa demostración,[50] la cual constituye la base utilizada por Cohen para dar el siguiente paso, que ha sido definitivo. En efecto, la prueba de

[49] Además del artículo original de Gödel, cuya referencia damos en la nota 48, se pueden consultar los siguientes trabajos: K. Gödel, *On Undecidable Propositions of Formal Mathematical Systems,* notas mimeográficas de sus conferencias en el Instituto de Estudios Avanzados, tomadas por S. C. Kleene y J. B. Rosser, Princeton, 1934; J. B. Rosser, "An informal exposition of proofs of Gödel's theorems and Church's theorem", *Journal of Symbolic Logic, 4,* 1939, págs. 53-60; A. Mostowski, *Sentences Undecidable in Formalized Arithmetic. An Exposition of the Theory of Kurt Gödel,* Amsterdam, North-Holland, 1952; N. R. Hanson, "The Gödel theorem. An informal exposition", *Notre Dame Journal of Formal Logic, 2,* 1961, páginas 94-110; E. Nagel y J. R. Newman, *Gödel's Proof,* en *The Mathematical Way of Thinking,* ed. por J. R. Newman, Nueva York, Simon and Schuster, 1956, págs. 1668-1695 *(La prueba de Gödel,* Cuadernos del Centro de Estudios Filosóficos, México, U. N. A. M., Núm. 6, traducción de Ramón Xirau, 1959).

[50] K. Gödel, *The Consistency of the Axiom of Choice and of the Generalized Continuum Hypothesis with the Axioms of Set Theory,* Princeton, Princeton University Press, 1940.

Cohen consiste justamente en demostrar que: "La hipótesis del continuo no puede ser derivada de los otros axiomas de la teoría de los conjuntos, incluyendo entre ellos el axioma de selección. Y, como Gödel ha demostrado ya que la hipótesis del continuo es consistente con dichos axiomas, entonces queda establecida así la independencia de la hipótesis del continuo".[51] Entonces, la prueba de Cohen muestra que se puede sustituir la hipótesis del continuo por su negación contradictoria, sin causar una inconsistencia en el sistema de axiomas de la teoría de los conjuntos, porque se trata de un axioma que es dialécticamente independiente. Por lo tanto, se han reunido los elementos fundamentales necesarios para formular una nueva teoría de los conjuntos y, en realidad, nuevas teorías de las otras ramas de la matemática, a las cuales podemos denominar provisionalmente como *no-cantorianas,* en un sentido enteramente análogo al que tiene la geometría no-euclidiana en relación con la euclidiana. A la vez, debido a que el fundamento mismo de la prueba es la consistencia relativa del sistema de axiomas, resulta que Cohen ha venido a probar igualmente que es imposible demostrar la independencia de los axiomas integrantes de cualquier sistema formalizado. Por consiguiente, la prueba de Cohen significa que tampoco es demostrable estrictamente el cumplimiento de la tercera y última condición que se planteaba como exigencia ineludible para que un sistema de axiomas sea enteramente riguroso.

La demostración de que no es posible probar la consistencia, ni la completividad ni tampoco la independencia de un sistema de axiomas, pone claramente de manifiesto que los axiomas son insuficientes para caracterizar las teorías de la matemática y, en general, de cualquiera otra disciplina científica. Como lo dice el propio Gödel, "existe, en algún sentido, una realidad objetiva que los matemáticos tratan de expresar en los axiomas de la teoría de los conjuntos, pero los axiomas formulados hasta ahora sólo representan esa realidad de un modo incompleto".[52] Antes del descubrimiento de Cohen, todavía era posible considerar que esta situación se podría

[51] J. P. Cohen, "The Independence of the Continuum Hypothesis", *Proceedings of the National Academy of Sciences,* Washington, *50,* 1963, páginas 1143-1148; *51,* 1964, págs. 105-110.

[52] K. Gödel, "What is Cantor's Continuum Problem?", *American Mathematical Monthly, 54,* 1947, págs. 515-525.

superar mediante la introducción de otros axiomas, tal vez muy diferentes de los actuales, que sirvieran para representar la realidad objetiva de una manera más aproximada y menos incompleta. Pero, ahora sabemos bien que cualquier interpretación axiomática que se intente será siempre una representación insuficiente y limitada de la realidad. Más todavía, ha quedado refutada la afirmación que se hacía con frecuencia, acerca de que la formalización axiomática de las disciplinas científicas era lógicamente inevitable, apodícticamente verdadera y completamente independiente de la experiencia. Así, se ha consumado definitivamente y sin remedio el derrumbe de la axiomatización, en el sentido apriorístico y absolutizante con que era considerada. Por consiguiente, debemos concluir que, respecto al problema de la axiomatización ha sucedido lo mismo que antes ocurrió con otros problemas matemáticos, como el de encontrar la cuadratura del círculo o la trisección de un ángulo empleando exclusivamente regla y compás, el de resolver la ecuación de quinto grado por medio de radicales, el de la construcción de números trascendentes por medios algebraicos, y el de la demostrabilidad del axioma de las paralelas. Esto es, que la axiomatización es un problema imposible de resolver utilizando únicamente la lógica formal,[53] al igual que aquellos otros problemas tampoco pudieron ser resueltos por los medios con que se intentaban. Sólo que, como lo señala acertadamente Hilbert, en la ciencia "sigue desempeñando un papel preponderante la *imposibilidad* de ciertas soluciones o problemas, y el esfuerzo realizado para contestar a una cuestión de tal índole, ha sido con frecuencia la causa del descubrimiento de un nuevo y fructífero campo de investigación".[54]

[53] El tratamiento riguroso de lo expuesto hasta aquí, se encuentra en el artículo del autor, "La prueba de Cohen: culminación de la crisis en la axiomática", *Diánoia, Anuario de Filosofía,* México, U.N.A.M.-F. C. E., Año XI, Núm. 11, 1965, págs. 40-59.

[54] D. Hilbert, *Grundlagen der Geometrie,* pág. 134.

INDICE DE NOMBRES

Anderson, C. D., 144
Aristóteles, 296, 297, 299

Bacon, F., 296, 298
Bassols B., N., 135
Bernard, C., 40, 41, 42
Bird, O., 219
Bloch, E., 22, 23, 111, 130, 293, 300
Bohm, D., 47
Boole, G., 141, 188
Broglie, L. de, 47
Brouwer, L. E. J., 318
Brunschvicg, L., 297, 298, 299

Caudwell, C., 119
Ceballos, M. A., 179
Cohen, J. P., 332, 333
Cohen, M. R., 254, 255, 259, 260, 263

D'Abro, A., 303
Descartes, R., 298
Dewey, J., 43, 129
Drukarev, G. F., 47

Einstein, A., 47, 311
Engels, F., 19, 21, 30, 49, 65, 70, 75, 77, 85 92, 93, 95, 96, 111, 119, 263, 301
Enriques, F., 312
Euclides, 262, 296, 297, 299, 321, 329, 331
Euler, L., 330

Farber, M., 319
Farrington, B., 18
Fermat, P. de, 330
Feuerbach, L., 301

Galileo, 296, 298, 299, 304
García Bacca, J. D., 33, 49, 262
Gauss, C. F., 319
Gödel, K., 331, 332, 333
Goldbach, C., 330
Graustein, W. C., 105

Hamilton, W., 137
Hanson, N. R., 332
Hegel, G. W. F., 49, 50, 56, 57, 60, 70, 71, 82, 83, 84, 95, 125, 127, 128, 129, 133, 187, 296, 299 300, 301
Heisenberg, W., 80, 81
Heráclito, 49, 64, 299
Hertz, H., 94
Hilbert, D., 297, 323, 327, 331, 332, 334

Isnardi, T., 299
Izquierdo, J. J., 249

Janossy, L., 47
Jeffreys, H., 246, 247, 302, 309

Kant, I., 318
Kursanov, J., 120, 121, 122, 123

Lalande, A., 233, 247, 248
Langdorf, C. H., 219
Larroyo, F., 179
Lefebvre, H., 31, 32, 67, 69, 320
Leibniz, G. W., 296, 297, 299, 304
Lenin, V. I., 31, 66, 67, 68, 70, 75, 120
Lewis, C. I., 219
Lisenko, T. D., 78
Lobachevski, N. I., 322

Mao Tse-tung, 52, 53, 54, 56, 65, 66
Marx, C., 32, 293, 296, 300, 301, 316
Maximov, A., 124
McGill, V. J., 51 319
Mill, J. S., 254, 255, 256, 257
Millikan, R. A., 165
Morgan, A. de, 222
Mostowski, A., 332

Nagel, E., 254, 255, 259, 260, 263, 332
Natorp, P., 33. 118
Newman, J. R., 332
Newton, I., 105, 304, 322

Omelianovski, M. E., 47

Parra, P., 234, 255, 256
Parry, W. T., 51
Peano, G., 323
Peirce, C. S., 219
Piaget, J., 233
Planck, M., 36, 311
Platón, 299
Ploucquet, G., 137

Rey, A., 317
Roemer, O., 313
Rosser, J. B., 332
Russell, B., 115, 116, 176, 177, 323

Schroedinger, E., 47
Sellers, R. W., 319
Selsam, H., 51
Shur, E., 99, 181
Singer, C., 165
Spinoza, B., 70
Stalin, J., 316
Stern, W., 233
Struik, D. J., 319

Vigier, J. P., 47

Wells, H. K., 51
Wely, H., 94, 302, 303, 304, 311, 312, 313, 318, 327
Whitehead, A. N., 323
Windelband, W., 298, 299

Zermelo, E., 323

Esta obra se terminó de imprimir
en Agosto de 1984,
en Ingramex, S.A.
Centeno 162, México 13, D.F.
La edición consta de 3,000 ejemplares